

Voorstudies en achtergronden Technologiebeleid

Samenhang in doen en laten

T7

**De ontwikkeling van wetenschaps-
en technologiebeleid**

1991

**H.L. Jonkers
F.M. Roschar**

SDU uitgeverij, 's-Gravenhage 1991

**Wetenschappelijke Raad
voor het Regeringsbeleid**



CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Jonkers, H.L. Roschar, F.M.

Samenhang in doen en laten: de ontwikkeling van wetenschaps- en technologiebeleid / H.L. Jonkers, F.M. Roschar, - 's-Gravenhage: Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid; 's-Gravenhage: Sdu Uitgeverij Plantijnstraat (distr.) - (Voorstudies en achtergronden Technologiebeleid: T7)

Met lit. opg.

ISBN 90-399-0033-7

Trefw.: wetenschapsbeleid; Nederland / technologiebeleid; Nederland / wetenschap en technologie.

Inhoudsopgave

Ten geleide	5
1. Inleiding en samenvatting	7
1.1 Coherente wetenschaps- en technologiebeleid	7
1.2 De behoeftes aan systematiek	8
1.3 De contouren van de systematiek	9
1.4 Toepassing van de systematiek	10
1.5 Beleidsgerichte uitwerking	12
1.6 Verantwoording	14
2. Het analytische schema	17
2.1 Wetenschaps- en technologiebeleid	17
2.2 De contouren van het analytische schema	18
2.3 De produktie- en omgevingsfactoren van een traject	24
2.3.1 De eerste produktie-factor: kennis	24
2.3.2 De tweede produktie-factor: kapitaal	28
2.3.3 De eerste omgevingsfactor: Instituties	29
2.3.4 De tweede omgevingsfactor: normering	32
2.4 Uitwerking van het analytische schema voor het wetenschaps- en technologiebeleid	34
2.5 De plaats van de overheid	40
2.5.1 Aanbodscheppend beleid	41
2.5.2 Vraagscheppend beleid	45
2.6 De aansluiting met de economische theorie	50
3. Overheid en producent	55
3.1 Het perspectief voor beleid en management	55
3.2 De verworvenheid van producent en beleid	57
3.2.1 Aanvoer van kennis	59
3.2.2 Verwerking van kennis	65
3.2.3 De afzet van kennis	72
4. De financiering van lang-lopende grootschalige ontwikkelingen	77
4.1 Een complex financieringsprobleem	77
4.2 Het financieringsvraagstuk in termen van het analytische schema	78
4.3 Het risicovraagstuk bij de financiering van technologische ontwikkeling	80
4.3.1 Het risico	80
4.3.2 Het risico in kort-lopende ontwikkelingen	81
4.3.3 Het risico in lang-lopende grootschalige programma's en projecten	82
4.4 De financieringskloof tussen publieke en private financiering	84

4.5	De financiering van grootschalige lange-termijn programma's	85
4.6	Risico-spreiding	87
4.6.1	Het stellen van de condities	87
4.6.2	De plaats van de overheid	90
4.7	Een geleide participatiestructuur	93
5.	De financiering en organisatie van het beroepsonderwijs	97
5.1	De plaats van het onderwijs in het analytische schema	97
5.2	De ontwikkeling in het technische beroepsonderwijs	98
5.3	Oplossingarichtingen	100
5.4	Financiering	102
6.	De financiering en organisatie van grote technologische instituten	103
6.1	De plaats van onderzoeksinstituten in het analytische schema	103
6.2	De ontwikkeling van het GTI-patroon	106
6.3	Oplossingarichtingen	111
6.4	Financiering	114
7.	Kenniscirculatie in de micro-elektronica	117
7.1	Micro-elektronica als voorbeeld	117
7.2	De situatie in de micro-elektronica sector	117
7.3	Het micro-elektronica beleid	120
7.4	Ontwikkelingarichtingen voor beleid	123
7.5	Specifieke uitwerkingen	123
8.	Het culturele aspect van wetenschaps- en technologiebeleid	127
8.1	De plaats van de cultuur in het analytische schema	127
8.2	Cultuur, wetenschap en technologie	128
8.3	De culturele omgeving van beleidsontwikkeling	130
8.4	Gedeelde verantwoordelijkheden	132
8.5	Culturele aspecten van het wetenschaps- en technologiebeleid	134
9.	Slotbeschouwing	137
9.1	Korte samenvatting van de systematiek	137
9.2	De praktische aansluiting van de systematiek op het wetenschaps- en technologiebeleid	139
9.3	Agenda voor de ontwikkeling van wetenschaps- en technologiebeleid	147
9.3.1	Inhoudelijke coherentie	147
9.3.2	Bestuurlijke coherentie	150
9.3.3	Maatschappelijke coherentie	151
9.4	Doel van de agenda voor beleidsontwikkeling	152
	Geraadpleegde literatuur	155

Ten geleide

In het kader van het project Technologie en overheid van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid zijn de mogelijkheden onderzocht voor verhoging van de coherentie in het wetenschaps- en technologiebeleid en voor verbeterde afstemming met ander beleid.

Op grond van hun analyses komen Jonkers en Roschar tot de conclusie dat verhoging van de coherentie kan plaatsvinden en zij reiken daarvoor een methodiek aan. In deze methodiek wordt gebruik gemaakt van maatschappelijke factoren die richting geven aan de ontwikkeling en exploitatie van kennis: de beschikbaarheid van hoogwaardige onderzoeks- en onderwijs-infrastructuren, passende vormen van kapitaalvoorziening, doelmatig werkende instituties en netwerken, geschikte normerende stelsels, en zeker ook een stimulerend cultureel klimaat zijn daarvoor voorwaarden. Het succes van wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen hangt immers niet alleen af van hun kwaliteit, maar evenzeer van hun materialisatie tot concrete marktgerede produkten. De overheid kan hierop invloed uitoefenen. Door de inbouw van coherentie in de beleidsontwikkeling zelf blijken geen uitgebreide coördinerende structuren nodig te zijn. De hier gepresenteerde produkt-gerichte benadering geeft aan hoe een goede synthese tussen algemeen en gericht wetenschaps- en technologiebeleid zou kunnen ontstaan. De door de auteurs ontwikkelde methodiek heeft de ambitie een beleidsgerichte operationalisering te bieden van de evolutionaire economische theorie betreffende de relatie tussen technologische ontwikkeling en economische groei. Uitgebreid overleg met belangstellenden binnen en buiten de raad heeft bijgedragen aan de totstandkoming van deze studie.

Prof.dr. F.W. Rutten, voorzitter WRR

Dr. A.D. Wolff-Albers, raadslid, voorzitter WRR-project Technologie en overheid.

1.1 Coherent wetenschaps- en technologiebeleid

De beschikbaarheid van hoogwaardige kennis en de maatschappelijke verspreiding van die kennis spelen een uiterst vitale rol in de internationale concurrentie tussen staten. Met haar wetenschaps- en technologiebeleid draagt de Nederlandse overheid rechtstreeks bij aan de ontwikkeling en diffusie van kennis. Ze beïnvloedt daarmee de Nederlandse internationale concurrentie-positie. De ministeries van Economische Zaken, Onderwijs en Wetenschappen, en het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij zien het wetenschaps- en technologiebeleid als een belangrijk onderdeel van hun activiteiten. Verder is er eigenlijk geen brede basis voor een compleet, consistent en helder wetenschaps- en technologiebeleid. De coherentie van dat beleid is daardoor niet optimaal.

De behoefte aan coherenter wetenschaps- en technologiebeleid is echter duidelijk bespeurbaar. Ook de afstemming met ander beleid zou beter kunnen. Dat blijkt uit enige voor de WRR verrichte sector-studies¹. Het maatschappelijke rendement van 'kennis' kan in de toekomst hoger uitvallen als beleidsmakers hun instrumenten met meer samenhang weten in te zetten. Met dezelfde beleidsinspanning - voor hetzelfde geld - kan dan meer worden bereikt. Nederland krijgt dan ook zicht op een steiger internationale concurrentie-positie.

De kansen voor coherenter wetenschaps- en technologiebeleid lijken evenwel niet bijzonder gunstig. De wetenschap ontwikkelt zich in hoog tempo, kennis verspreidt zich internationaal en de industriële exploitatie van kennis gaat voort². Complexe technologieën en het daarmee verbonden onderzoek en onderwijs zorgen voor lastige financieringsvraagstukken. Het bedrijfsleven internationaliseert snel, waardoor voor sommige economische sectoren de nationale grenzen vervagen. Op zich is deze dynamiek geen nieuw verschijnsel. Wel nieuw is de intensiteit en gelijktijdigheid van al deze veranderingen. De complexiteit van de nationale en internationale

¹] C.L.J. van de Meer, H. Rutten, N. A. Dijkveld Stol / Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek/ Landbouw-Economisch Instituut (NLRO/LEI), Technologiebeleid in de landbouw: effecten in het verleden en beleidsveroveringen voor de toekomst; 's-Gravenhage, WRR, 1991.
F.H. Mischofsky, Overheid en innovatiebevordering in de grond-, water-, en wegenbouwsector: een verkenning; 's-Gravenhage, WRR, 1991.
F.M. Roschar, H.L. Jonkers, P. Nijkamp, Meer dan transport alleen, 'Vereindeling' als overlevingsstrategie; 's-Gravenhage, WRR, 1991.

²] B. Dankbaar, Th. van Dijk, L. Soete en B. Verspagen, Technologiebeleid en wetenschapsbeleid in veranderende economische theorievorming; MERIT, WRR, Maastricht, 1991, en Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid, Bewegende grenzen: naar een beleid voor wetenschappelijk en technologisch onderzoek in de jaren '90; 's-Gravenhage, 1990.

beleidsomgeving neemt toe, waardoor de mogelijkheid om die omgeving te kennen en te hanteren, voortdurend verandert.

Hoe kan de overheid dan coherent anticiperen en reageren ³? Deze voorstudie van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid geeft antwoord op deze vraag. Het gaat hier om een systematiek die op den duur kan leiden tot een hogere graad van compleetheid, consistentie en helderheid van beleid. Deze systematiek mondert uit in praktische voorstellen voor verhoging van de inhoudelijke, bestuurlijke en maatschappelijke coherentie van nieuw wetenschaps- en technologiebeleid.

1.2 De behoefte aan systematiek

Elke ontwerp-fase van beleid kent twee goed onderscheidbare benaderingswijzen. De ene gaat uit van een globale visie, geformuleerd op basis van wensen en verwachtingen die in brede kring leven. Dan volgt de afleiding van algemene en meer specifieke doelstellingen, en later de selectie en inzet van beleidsinstrumenten. Beleidsontwikkeling langs deze lijnen blijkt soms succesvol. De Deltawerken hebben dat getoond. Er was behoefte aan bescherming tegen rampzalige overstromingen en er kwamen gerichte maatregelen. Deze deductieve methode is goed te gebruiken als betrokken partijen een stevige gemeenschappelijke basis hebben. De ontwikkeling van Schiphol bijvoorbeeld is gebaseerd op een visie van de nationale luchthaven zelf. Beleidsvorming is mogelijk doordat het bestuur van dat bedrijf uitgewerkte ideeën heeft over de toekomstige internationale positie.

Meestal is een dergelijke weg problematisch. Een in brede kring aanvaarde globale visie is vaak moeilijk te verkrijgen. Algemene en meer specifieke doelstellingen raken direct de belangen van participanten, met alle gevolgen voor de snelheid en doorzichtigheid van de besluitvorming. Ook wegens onvoorzienbare externe invloeden is deze deductieve benaderingswijze niet zo eenvoudig uit te voeren. De ontwerp-fase van beleid vertoont daarom sterke inductieve trekken. Beleidsmakers volgen eerder incidentele kansen, gegeven mogelijkheden en gebleken noden dan dat zij zich laten leiden door algemene visies of 'grand-designs'.

Deze inductieve benaderingswijze kent echter ook beperkingen. Hij is wel direct op de praktijk gericht, maar de coherentie van het beleid is moeilijker bereikbaar dan bij de deductieve methode. Veelal is er immers geen duidelijke centrale doelstelling voor handen. Er ontstaat dan het gevaar van ad hoc beleid, waarin ook doelen en middelen lastig van elkaar zijn te onderscheiden. Tevens wekt de beleidspraktijk wel de suggestie dat een bepaald doel slechts langs één of hooguit langs enkele paden is te bereiken omdat die paden zich juist op dat moment voordoen.

³] U.Rosenthal, 'De overheid in 2000'; Economisch Statistische Berichten, 27 december 1989, jaargang 20, blz. 1260-1261.

Voor de samenhang in het wetenschaps- en technologiebeleid is een overzichtelijk beeld nodig van de complexe omgeving van dat beleid. Op zich is dat niets bijzonders. Beleidsmakers zoeken met behulp van hun denkpatronen naar mogelijkheden om maatschappelijke veranderingen te bewerkstelligen. Het persoongebonden karakter van dergelijke patronen belemmert echter het overleg en de afstemming met anderen. Ook zijn deze patronen praktijk-gebonden, waardoor zij een beperkt terrein bestrijken. Daarom is een expliciet geformuleerd analytisch schema nuttig. Het is vatbaar voor woord en tegenwoord, het is in overleg aan te vullen en te veranderen, en het kan een breder terrein bestrijken dan één sector of één beleidsterrein. Kansen, mogelijke keuzen en problemen zijn dan niet alleen te herkennen, maar er is ook een grotere gemeenschappelijke basis voor de inzet van beleidsinstrumenten. Het gaat dan niet om de presentatie van een nastrevenswaardige toestand en de weg daar heen, maar om een ordenend stramien. Daarin zijn uiteenlopende inzichten, doelvoorstellingen en instrumenten onder te brengen. De merendeels inductief verlopende ontwerp-fase krijgt dan versterking door een schema van hoofdlijnen en verbanden tussen deze lijnen, zonder dat er sprake is van een bepaalde visie.

1.3 De contouren van de systematiek

Hoofdstuk 2 presenteert een schema in de hier bedoelde trant. Dit schema is te vergelijken met een speciale landkaart die ten dienste staat van de planoloog. Op overeenkomstige wijze staat dit framework ten dienste van beleidsmakers op het terrein van wetenschap en technologie. Het hier gepresenteerde schema laat alle ruimte voor beleid tussen uitersten als een marktconforme aanpak aan de ene kant en plan-economisch beleid aan de andere kant. De systematiek heeft hier geen ideologische lading.

Zoals elke doelmatig ontworpen systematiek kent ook dit analytische raamwerk één vast punt en minstens één hoofdthema. Het vaste punt bestaat uit de levenscyclus van een produkt; hier consequent 'produkt-traject' genoemd. Deze keuze heeft een dubbele reden. Ten eerste versterkt een produkt-gerichte aanpak de band met de algemene doelstellingen van het wetenschaps- en technologiebeleid. Ten tweede zijn ontwikkeling en diffusie van kennis zo goed zichtbaar. Produkten treden immers concreet op als kennisdragers.

Het hoofdthema van de systematiek sluit hier direct op aan. Dit thema betreft de functie van kennis en kunde voor het centraal gestelde produkt-traject. De hoofgedachte is dat kennis-ontwikkeling, kennis-exploitatie en kennisgebruik fasen zijn in een cyclisch proces; hier 'kenniscirculatie' genoemd. Deze fasen zijn niet alleen lineair gekoppeld maar er doen zich ook terug-koppelingen voor. De informatie uit het gebruik blijkt richtingwijzer te zijn voor de productie en voor de ontwikkeling van kennis. Het gaat in deze systematiek vooral om technisch-wetenschappelijke kennis, aangezien de aandacht gericht is op de productie en het gebruik van goederen en diensten. Voor zover ook andersoortige kennis van belang is, krijgt die eveneens een plaats in deze systematiek.

De gebruikte definitie van 'produkt-traject' staat toe dat er op verschillende niveaus mee is te werken. Op bedrijfsniveau heeft het begrip 'produkt-traject' betrekking op afzonderlijke goederen of diensten. Op meer geaggregeerd niveau kan het gaan om produkten of produktgroepen die de gebruikelijke indeling in economische sectoren verre overschrijden. Het bekende vraagstuk of technologiebeleid zich nu wel of niet op sectoren zou moeten richten, verliest zo veel van zijn betekenis. De systematiek laat verder zien dat verhoogde coherentie van het wetenschaps- en technologiebeleid juist tijdens de ontwerp-fase kan worden ingebouwd. Door het produkt centraal te stellen, is beleidscoherentie bereikbaar zonder dat er coördinerende structuren nodig zijn; behalve die van de overheid zelf.

De overheid kan de ontwikkeling van kennis en technologie niet direct beïnvloeden. Hetzelfde geldt voor kennis-exploitatie en het gebruik van produkten. De overheid zelf ontwikkelt immers nauwelijks technisch-wetenschappelijke kennis, en zij brengt relatief weinig produkten voort. Voor sommige produkten is ze wél een belangrijke gebruiker. In deze systematiek staan vier factoren centraal, via welke de overheid wetenschaps- en technologie-ontwikkeling, diffusieprocessen, produkt-gebruik en kennis-gebruik kan beïnvloeden. Het betreft hier de beschikbaarheid van hoogwaardige kennis en kunde, de kapitaalvoorziening voor kennisontwikkeling en kennisdiffusie, de opbouw van doelmatig werkende instituties en netwerken, en de aanwezigheid van geschikte normerende stelsels. Het voorwaardenscheppende beleid maakt gebruik van deze factoren. Daarbij is het gewenst rekening te houden met de te vervaardigen produkten en zeker ook met de verwachte marktpositie van die produkten. Het maatschappelijke succes van wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen hangt immers niet alleen af van de kwaliteit van de desbetreffende kennis, maar ook van de materialisatie van die kennis tot marktgerede produkten. Met een waaier van lichtere en zwaardere interventie-mechanismen kan de overheid hierop invloed uitoefenen. Deze mechanismen behoren tot wat gewoonlijk het generieke en het specifieke voorwaardenscheppende beleid wordt genoemd. Dit onderscheid heeft in de gepresenteerde systematiek verder geen functie.

1.4 Toepassing van de systematiek

De gepresenteerde systematiek laat zich goed op ondernemersniveau beschrijven. Daarom staat in hoofdstuk 3 de producent centraal. Het gaat dan om zijn plaats in de kenniscirculatie, zijn problemen daarbij, en vervolgens om de mogelijke positie van de overheid. Dit hoofdstuk vult de analyse aan met praktijkvoorbeelden die ontleend zijn aan voor de WRR verrichte sectorstudies.

Het analytische schema houdt ook rekening met de kapitaalcirculatie. Om de zeer eenvoudige reden dat elke kennis-ontwikkeling en kennis-exploitatie financiering vereist, is de kenniscirculatie niet los te zien van een daarbij passende kapitaalcirculatie. Dit vraagstuk komt specifiek aan de orde in hoofdstuk 4. Het gaat daar om de financiering van lang-lopende hogerisicodragende ontwikkelingsprogramma's. Door gebrek aan wat wel 'patient

'capital' wordt genoemd, hapert bij dat type programma's vaak de aansluiting tussen vraag en aanbod van kennis. In die gevallen is het risico-vraagstuk scherp zichtbaar, zodat hier goed de mogelijkheden zijn te verkennen om deze risico's te begrenzen met vormen van overheidsparticipatie. Aan de hand van complexe reële kwesties laat dit hoofdstuk de werking zien van de hier gepresenteerde systematiek. Het hoofdstuk bevat verder criteria voor publiek-private financiering van grootschalige investeringen en voorstellen voor bundeling van publiek en privaat financieringspotentieel.

Investering in 'human capital' is één van de belangrijkste mogelijkheden om de kenniscirculatie te intensiveren. Hoofdstuk 5 bevat een pleidooi voor een grotere capaciteit van het Nederlandse onderwijsysteem om nieuwe kenniselementen te kunnen verwerven en verwerken. De snelle ontwikkelingen in wetenschap en technologie, en de al even snel veranderende kennisvraag op de arbeidsmarkt, vereisen up to date geschoold en hoogwaardig menselijk kapitaal. Naarmate de kenniscirculatie aan intensiteit wint, zal ook de kwaliteit van het onderwijsysteem moeten stijgen. Dit vraagt openheid voor signalen uit de maatschappij, alsmede goede communicatie met afnemers van human capital en met onderzoekinstellingen. Verder gaat het om voortdurende aanpassing van leerstof, leerplannen, inventaris en de regelmatige bijscholing van docenten. Kiest men hiervoor, dan kiest men ook voor stijgende investering in het onderwijs. Alleen dan kunnen onderwijsinstellingen snel en effectief reageren op de wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen.

Het nationale instituutpatroon voor fundamenteel en toegepast wetenschappelijk en technologisch onderzoek is vitaal voor de Nederlandse kenniscirculatie. Universiteiten, TNO, GTI's, ingenieursbureaus, consultants, producenten en gebruikers vormen belangrijke schakels in dat patroon. Hoofdstuk 6 gaat in op de functie van GTI's in die circulatie. Het is opvallend hoe sterk instituten gericht zijn op één technologie-cluster, één produkt-traject of één bundel produkt-trajecten, en vaak op een beperkt aantal kennisgebruikers. Dit strookt slecht met ontwikkelingen in de samenleving. Deze vragen juist om integratie van een groot aantal technologie-clusters. De definitie van doelstellingen voor het instituutpatroon als geheel, en ook die van doelstellingen voor afzonderlijke instituten, laten soms aan duidelijkheid en coherentie te wensen over. Deze definitiekwestie raakt direct het commerciële rendement van de GTI's. Het komt voor dat bestaande instituten nieuwe kennisvragen of kansrijke kennisontwikkelingen niet op toereikende schaal kunnen aanpakken doordat adequate samenwerkingsverbanden ontbreken.

Hoofdstuk 7 licht de systematiek toe aan de hand van de micro-elektronica. In veel produkt-trajecten loopt de penetratie van de micro-elektronica achter bij wat mogelijk zou zijn. Met behulp van het kenniscirculatieconcept geeft dit hoofdstuk aan hoe het Nederlandse wetenschaps- en technologiebeleid de toegevoegde waarde van innovaties op het gebied van de micro-elektronica kan verhogen. Voor snellere diffusie naar de markt is het van belang dat het technologie-aanbod gelijke tred houdt met de marktvraag. Juist aan dit laatste schort het vaak. Er zijn daarom vraagtekens te plaatsen bij technologie-programma's en projecten met een sterk aanbodskarakter.

Meer aandacht is gewenst voor de ontwikkeling van applicaties en van de markt daar voor. Zonder dat stagneert de stroom van kennis. Het beoogde maatschappelijke effect blijft uit of het is zwakker dan gehoopt.

Hoofdstuk 8 besteedt aandacht aan de culturele context van de kenniscirculatie. Dit korte hoofdstuk geeft enige verduidelijking van het verband tussen cultuur en produkt-trajecten. Culturele aspecten kunnen daardoor worden meegegroeid bij de formulering van wetenschaps- en technologiebeleid.

1.5 Beleidsgerichte uitwerking

De systematiek voldoet goed bij het beschrijven van bestaande situaties. Het bindende element in deze systematiek - het traject dat loopt van allereerste idee tot eindgebruik - geeft bovendien praktische aangrijppingspunten voor het ontwikkelen van een meer coherent toekomstig wetenschaps- en technologiebeleid. De systematiek maakt onderscheid tussen het aanbod van kennis aan een produkt-traject en de vraag naar kennis uit zo'n traject. Het overheidsbeleid kan daar rechtstreeks op aansluiten.

De analyses en uitwerkingen laten zien dat aansluiting tussen kennisaanbod en kennisgebruik van het grootste belang is. Naast het algemene aanbodscheppende beleid is daarom een meer gerichte benadering nodig die er voor zorgt dat de aangeboden kennis goed terecht komt. Alleen al het kenniscirculatiemodel zelf, maar meer nog de gegeven uitwerkingen, maken duidelijk dat kennisaanbod geen bezigheid kan zijn die op zichzelf staat. Voor een duurzame levensvatbaarheid van het kennisaanbod is het wenselijk dat onderzoeksinstituten de aangeboden kennis opnemen in hun eigen ontwikkelings-activiteiten. Er moeten producenten zijn die kennis omzetten in marktgerede produkten. Er zijn gebruikers nodig om de desbetreffende produkten af te nemen tegen een zodanige prijs dat de markt het oorspronkelijke kennisaanbod kan dragen. Ook de verdere ontwikkeling van dat aanbod is hiervan afhankelijk. Het aanbodscheppende beleid vereist inzicht in de doorwerking van kennis in produkt-trajecten. In feite staat de overheid daarbij voor hetzelfde probleem als de private ondernemer.

De overheid kan het produkt ook centraal stellen als zij de technologische ontwikkeling wil stimuleren met behulp van vraagscheppend beleid. Het is dan van belang dat de kapitaalvoorziening, de instituties en de normering zo zijn 'opgelijnd', dat het kennisaanbod de vraag naar nieuwe kennis inderdaad kan beantwoorden. Het moet bekend zijn welke kennis aanwezig is, welke kennis te koop is en waar dat kan. Ook de prijs van kennis is hier een belangrijk aspect, alsmede de kosten van conversie en diffusie van kennis tot in de loop van het produkt-traject. De afzet is hier essentieel want evenals bij het aanbodscheppende beleid geldt ook hier dat de markt de stimulering uiteindelijk moet voortzetten. De overheid kan wel een circulatie op gang brengen, maar ze kan haar niet dragen.

Hoofdstuk 9 bevat de conclusie dat de inhoudelijke coherentie van wetenschaps- en technologiebeleid selectie vereist van te stimuleren produkt-trajecten. De systematiek geeft analytisch gefundeerde methoden om

keuzeproblemen aan te pakken. Uiteraard is het niet mogelijk om alleen op basis van een systematiek die keuzen ook werkelijk te maken. Dat is de taak van de politieke en bestuurlijke overheid, en vooral van het producerende bedrijfsleven. Ook de consument als eindgebruiker kan hier een essentiële rol spelen. Hiervoor is technisch-wetenschappelijke analyse nodig van de gebruiksprocessen bij de exploitatie van goederen en diensten. In die gevallen dat de overheid in keuzeprocessen is betrokken, kunnen beleidsmakers zich onder meer laten leiden door de relatieve sterkten van Nederlandse produkt-trajecten. Het ligt voor de hand de overheidsinspanningen vooral te concentreren op trajecten waarin Nederland zich naar verwachting zal of kan specialiseren. Ook is het van belang te letten op de gevoeligheid van produkt-trajecten voor veranderingen in het aanbod van kennis. Dit selectieproces kan verder aansluiten bij de reeds verrichte departementale verkenningen op het terrein van wetenschappelijke ontwikkeling en kennisgebruik. Ook is monitoring gewenst van de aansluiting tussen kennisvraag en kennisaanbod. Het Europese aspect is hier van het grootste belang.

Voor de bestuurlijke coherentie is het wenselijk de afstemming van het beleid intensiever ter hand te nemen, te beginnen bij de ministeries van Economische Zaken en Onderwijs en Wetenschappen. Een aanzet hiervoor is de instelling van de Adviesraad voor Wetenschap en Technologie (AWT) als vervanger van de Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid (RAWB). De mogelijkheid tot afstemming neemt toe als beide ministeries de voortbrenging van goederen en diensten - waaronder ook het onderwijs - centraal stellen. Verschillende invalshoeken en belangen komen dan rond een centraal en essentieel punt samen. Ook van de overige ministeries is het wenselijk dat zij aan deze activiteiten deelnemen. Het betreft dan produkt-trajecten of delen van trajecten die vallen onder hun al dan niet exclusieve verantwoordelijkheid. Kernpunt hier is bestuurlijke afstemming via inhoudelijke coherentie.

WRR-sectorstudies laten zien dat de overheid zich vooral moet richten op de werking van het gehele omzettingsproces van kennis in maatschappelijk relevante resultaten. Ook uit vele gesprekken met belanghebbenden binnen de overheid en uit het bedrijfsleven blijkt dat de overheid zelden autonoom kan optreden. Vaak ontbreekt het aan voldoende informatie en kracht om ontwikkelingslijnen uit te zetten of om verantwoordelijkheden te bepalen. Het is daarom verheugend dat de overheid in de ontwerp-fase van beleid voortdurend contact zoekt met natuurlijke complementaire partijen. Deze zijn zeer verschillend, zoals universiteiten, grote technische instituten, gebruikers- en consumentenverenigingen, het bedrijfsleven in al zijn schakeringen, en werknemersorganisaties. Het gaat hier om inhoudelijk overleg, waarin de verschillende belangen duidelijk worden, alsmede daaraan verbonden financiële en organisatorische potenties. Deze belangen en potenties vormen de bronnen van informatie en kracht om wetenschaps- en technologiebeleid te kunnen ontwikkelen. Ook blijkt in dat overleg welke maatschappelijke en culturele grenzen aan het beleid zijn gesteld.

Inhoudelijke, bestuurlijke en maatschappelijke coherentie zijn geen doel op zich. Nu de interne Europese grenzen vervagen, gaan lidstaten steeds meer lijken op regio's binnen een nationale economie. Zoals regio's van nationale

staten dat doen, streven ook Europese regio's ieder voor zich naar een sterke positie binnen de Europese economie. Vooral hun uitzicht op economische groei op langere termijn is hier van het grootste belang.

De mate waarin Nederland de Europese welvaartsgroei naar zich toe weet te trekken, hangt onder meer af van het succes waarmee producerende en dienstverlenende bedrijven in de toekomst kennis en kapitaal kunnen omzetten in economisch effect. Nu de kosten van kennis- en produktontwikkeling sterk stijgen, en het betreden en instandhouden van markten steeds meer financiële inspanningen vergt, staan die bedrijven voor ingrijpende strategische keuzen met betrekking tot de besteding van hun doorgaans beperkte middelen. Een coherent wetenschaps- en technologiebeleid is hier nuttig voor de versterking van de internationale positie van het Nederlandse bedrijfsleven. Zo'n beleid draagt dan bij aan het behoud van de Nederlandse welvaart.

Deze studie maakt duidelijk dat voor het behoud en de versterking van de internationale slagkracht van het bedrijfsleven vooral twee factoren van belang zijn: de circulatie van kennis en de circulatie van kapitaal. Om op den duur te kunnen overleven als een Noordeuropese regio met een hoog welvaartsniveau moet het Nederlandse wetenschaps- en technologiebeleid er daarom op gericht zijn die twee circulaties drastisch te intensiveren en aan elkaar te koppelen. Hier zijn drie zaken van belang:

- versoepeling van de kapitaalvoorziening voor lang-lopende hoog-risicodraagende technologie-ontwikkelingsprogramma's. Deze programma's zullen de ruggegraat moeten vormen van toekomstige Nederlandse economische activiteiten;
- aanpassing van het patroon van onderzoeksinstituten aan de eisen die het bedrijfsleven stelt, alsmede de internationale verankering van dat patroon;
- verhoging van kwaliteit, produktiviteit en wendbaarheid van het technisch onderwijs.

Het is wenselijk deze drie nauw op elkaar te laten aansluiten. De overheid kan hierbij behulpzaam zijn door in de ontwerpfasen van het wetenschaps- en technologiebeleid met grote precisie te kijken naar die goederen en diensten waarin Nederland sterk is of sterk zou kunnen zijn, en die een relatief grote gevoeligheid hebben voor de intensivering van de kennis- en kapitaalcirculatie. Naast stimulering van strategische doelkeuzen door producerende en dienstverlenende bedrijven staan de overheid nog drie andere essentiële beleidsinstrumenten ter beschikking: wet- en regelgeving, de ontwikkeling van publiek/private financieringsarrangementen met een daaraan verbonden initiatief-ontplooiend en selecterend mechanisme, alsook passende betrokkenheid bij netwerken van onderzoeksinstellingen, producenten en consumenten.

1.6 Verantwoording

Het model is een hulpmiddel om het wetenschaps- en technologiebeleid coherenter vorm te geven. Het zet aan tot gedachtenvorming over beleid op langere termijn. De concepten houden rekening met de groeiende complexi-

teit van wetenschap en technologie en met toenemende ontwikkelingskosten. Deze studie verkent mogelijkheden voor een grotere interne samenhang in nieuw wetenschaps- en technologiebeleid, alsmede voor de samenhang met ander beleid. Voor praktische toepassing behoeft de systematiek nog verdere ontwikkeling en toetsing. Ze is geen toetssteen voor het huidige beleid.

De systematiek is een operationalisering van de zogeheten evolutionaire economische theorie. Vooraanstaande Amerikaanse economen en MERIT hebben deze theorie ontwikkeld ⁴. Hoofdstuk 2 bevat een uiteenzetting van die theorie, alsmede een schets van het verschil met de bekende neoklassieke welvaartstheorie. Volgens de evolutionaire theorie is technologische ontwikkeling een maatschappelijk proces waarin verschillende niet-economische factoren een rol spelen. Netwerken van belanghebbenden in de wetenschappelijke en technologische ontwikkeling staan daarin centraal. Deze grondgedachte is het uitgangspunt van de hier geboden systematiek. Hierdoor zal het niet verbazen dat ook 'public choice' problemen - wie krijgt wat, tegen welke prijs en hoe - in alle hoofdstukken van deze studie duidelijk zichtbaar worden. Vele voorbeelden onderschrijven de praktische betekenis van deze theorie.

De auteurs maakten gebruik van inzichten van zeer velen. Concepten en ideeën kwamen tot stand door intensief contact met talrijke personen. Deze waren afkomstig uit het Nederlandse bedrijfsleven, de Nederlandse financieringswereld, het onderzoeks- en onderwijsbestel, en de overheid. Wij zijn hen oprocht dankbaar. In het bijzonder noemen wij mevrouw RoobEEK en de heren Van Aardenne, Albrecht, Geelhoed, Goudswaard, Hoogendijk, Jonkhart, Rutten, Smits, Soete, Van Spiegel, Wagner en Van der Zwan. Met grote erkentelijkheid vermelden wij de intensieve samenwerking met onze collega's Langeweg en Schaap. Een voortdurende stimulans gaven de voorzitter van het project Technologie Overheid en Samenleving mevrouw Wolff-Albers, alsmede Rabbinge, raadslid, en Van Paridon, staflid van de WRR.

⁴] B. Dankbaar, Th. van Dijk, L. Soete en B. Verspagen, op. cit., hoofdstukken 4 en 5.

2.1 Wetenschaps- en technologiebeleid

Ons land kent een bestuurlijke scheiding tussen het wetenschapsbeleid en het technologiebeleid. Bij het wetenschapsbeleid ligt het accent meer op de voortbrenging van kennis, en bij het technologiebeleid meer op de toepassing ervan. Voor zover het gaat om technische wetenschappen, en wetenschappen die daarmee verwant zijn, is er sprake van steeds sterkere vervlechting van wetenschapsbeoefening, technologie-ontwikkeling en technologie-exploitatie. Het betreft de samenhangende ontwikkeling, diffusie en exploitatie van kennis; verpakt en benut in vele vormen van materiële en personele voorzieningen. Voor technische en verwante wetenschappen heeft het daarom analytisch weinig zin onderscheid te maken tussen wetenschapsbeleid en technologiebeleid. Overheidsinterventies dienaangaande worden daarom hier in één term samengevat: wetenschaps- en technologiebeleid. Deze term staat voor elk beleid dat betrekking heeft op technische en verwante wetenschappen, de ontwikkeling van die wetenschappen, en de toepassing van kennis en kunde in producerende en gebruikende delen van de samenleving.

Het wetenschaps- en technologiebeleid kijkt over het algemeen eerst naar het samenstel van doelstellingen, maatregelen en instrumenten dat expliciet is gericht op de ontwikkeling van moderne technologieën, en de verspreiding daarvan in de samenleving. Daaronder vallen de ontwikkeling van kennis die nodig is voor techniek-ontwikkeling, alsmede de invoering en de toepassing van moderne technieken in alle vormen van economische bedrijvigheid. Het gaat dan om het produceren van en omgaan met nieuwe technologische kennis. Deze kennis is op zeer diverse wijzen opgeslagen; in geschoolden en ervaren mensen, maar ook in ontwerpmethoden, bouwwoorschriften, veredelde materialen, systemen, machines, of infrastructurele voorzieningen en diensten.

Vervolgens komt de omgeving van bedrijven of economische sectoren aan de orde, en de voorwaarden waaronder kan worden geproduceerd en geïnnoveerd. Exploitatie van nieuwe kennis vergt vaak verandering van produktiewijze, mens en organisatie. Het beleid is daarom ook gericht op de materiële en technische voorzieningen rond een bedrijf of economische sector, alsmede het aanwezige 'human capital'; in directe relatie met wetenschappelijke en technologische vernieuwingen.

Tenslotte richt het wetenschaps- en technologiebeleid zich op doelstellingen als milieubescherming, culturele en persoonlijke ontplooiing, en verbetering van werkomstandigheden. De in aanmerking te nemen relevante kennis en technieken wordt hierdoor ruimer, evenals de kring van belanghebbenden. Het beleid betreft dan niet alleen nieuwe technische voorzieningen en voortbrengingsprocessen, maar ook de mensen die er mee werken en de veranderingen in hun werk- en levensomstandigheden die met deze voorzieningen en processen zijn verbonden.

De toenemende verwerving van technische wetenschappen, technologie en maatschappij heeft tot gevolg dat kennis steeds belangrijker wordt voor de economische groei, de afzet en het gebruik van goederen en diensten, en de ontwikkeling van de mens. Kennis in de vorm van goed opgeleide mensen en hoogwaardige innovatieve produkten is cruciaal voor ons sociaal-economische en culturele voortbestaan.

Porter wijst er op dat de competitieve kracht van een land steeds meer afhangt van het innovatieve vermogen van het bedrijfsleven⁵. Er moet aan een aantal basisvooraarden worden voldaan zoals de beschikbaarheid van geschoolde mensen, een goede infrastructuur, gunstige thuismarktcondities - waaronder actieve en kritische gebruikers -, de aanwezigheid van een ondersteunende industrie, een ontwikkelde bedrijfsstrategie en onderlinge competitie. Deze voorwaarden vormen de nationale omgeving waarin bedrijven kunnen ontstaan en concurreren. Competitief voordeel ontstaat wanneer deze voorwaarden worden beschermd en versterkt. Bedrijven hebben hier een belangrijke taak omdat ze door vervulling van deze voorwaarden een opstap kunnen maken naar internationaal succes. Ook de overheid kan door haar beleid de genoemde voorwaarden creëren en versterken. Het belang van wetenschaps- en technologiebeleid is hiermee aangegeven.

2.2 De contouren van het analytische schema

Het is juist te stellen dat een algemeen aanvaardbare visie met betrekking tot de ontwikkeling van wetenschap en technologie niet goed denkbaar is. Maar evenzogoed houden alle belanghebbenden er toch een private mening op na. Ook een analytisch schema vertolkt zo'n visie; alleen al door zijn structurering, de keuze van hoofdthema's en de gegeven uitwerkingen.

Het hier ontwikkelde schema sluit aan bij de algemene doelstellingen die al geruime tijd voor het wetenschaps- en technologiebeleid gelden. Eenvoudig gezegd, is het huidige Nederlandse wetenschaps- en technologiebeleid vooral gericht op economische groei, versterking van de internationale concurrentiepositie van Nederlandse bedrijven, en meer en meer ook op verlaging van de belasting van het ecosysteem. Het gaat er om dat de wetenschappelijke en technologische ontwikkeling - kennis - bedrijven in staat stelt nationaal en internationaal produkten te leveren waarvoor een bij voorkeur groeiende markt aanwezig is of kan worden geschapen. Deze produkten moeten bovendien voldoen aan steeds striktere milieunormen. In de hier gepresenteerde systematiek zijn deze algemene doelstellingen verdisconteerd. Zij geven daarmee een normatieve lading aan het analytische schema, en ook een zekere structurering van de systematiek.

De structuur wordt nog aanmerkelijk vergroot doordat er in totaal vijf vereenvoudigingen zijn ingevoerd. In deze paragraaf zijn dat er drie. Ten eerste wordt de analyse geconcentreerd op produkten waarin kennis tot

⁵] M.E. Porter, 'The competitive advantage of nations'; New York, Free Press, 1990.

maatschappelijk rendement komt. Ten tweede wordt de ontwikkeling en het gebruik van een produkt in een viertal fasen ingedeeld. Ten derde hebben in dit schema slechts vier factoren invloed op de ontwikkeling en het gebruik van produkten. In de paragraaf 2.4 volgt de kern van het hier ontwikkelde schema. Daar wordt de kennisfactor - het onderwerp van wetenschaps- en technologiebeleid - centraal gesteld als hoofdthema van de systematiek. De hoofdgedachte van de systematiek is dat kennisontwikkeling, exploitatie en kennisgebruik moeten worden gezien als fasen van een cyclisch proces; hier 'kenniscirculatie' genoemd. Deze fasen zijn namelijk niet alleen lineair gekoppeld maar er doen zich ook allerlei terug-koppelingen voor. Vooral het belang van informatie uit het gebruik - ervaringskennis - als richtingwijzer in de produktie en in de ontwikkeling van kennis, wordt met kracht beklemtoond. Naast de kenniscirculatie wordt in deze paragraaf ook ingegaan op de kapitaalcirculatie. Om de zeer eenvoudige reden dat elke kennis-ontwikkeling en kennis-exploitatie financiering vereist, is de kenniscirculatie niet los te zien van een daarbij passende kapitaalcirculatie. De vijfde vereenvoudiging ten slotte wordt aangebracht in paragraaf 2.5. Om inzicht te krijgen in de betrokkenheid van de overheid bij het circulatiepatroon van kennisverspreiding, wordt daar de plaats van de kennis in het circulatiepatroon nog wat verder gesystematiseerd door dichotomisering van dat patroon in kennisaanbod en kennisvraag.

Zoals elke doelmatig ontworpen systematiek kent ook dit analytische raamwerk één vast punt. Dit vaste punt wordt gevormd door de levenscyclus van een produkt. In deze eerste systeem-vereenvoudiging wordt elk economisch goed of dienst opgevat als een waarneembaar object of prestatie met een eigen ontwikkelingstraject. Dit traject begint bij de verkrijging van innovatieve kennis en eindigt bij het gebruik van dat goed of die dienst, de afschrijving en de vernietiging. Deze levenscyclus van een produkt wordt hier produkt-traject, of kortweg traject genoemd.

De reden voor de keuze van het produkt-traject als vast punt is tweeeërlei. Ten eerste geeft een produkt-gerichte aanpak een duidelijke connectie met de genoemde algemene doelstellingen van het wetenschaps- en technologiebeleid. Ten tweede worden bij het voortbrengen en gebruiken van goederen en diensten essentiële maatschappelijke functies van de ontwikkeling en diffusie van kennis goed zichtbaar. Produkten treden immers op als concrete kennisdragers. Het genoemde hoofdthema van de systematiek - de functie van kennis en kunde voor het centraal gestelde produkt-traject - sluit hier direct op aan. Door de aandacht te richten op de produktie en het gebruik van goederen en diensten, gaat het in deze systematiek vooral om technisch-wetenschappelijke kennis. Voor zover ook andersoortige kennis van belang is, krijgt die eveneens een plaats in deze systematiek.

Elk produkt-traject wordt gedefinieerd door het produkt dat door dit traject wordt voortgebracht. Het is daarom in de praktijk van belang welk produkt men in ogenschouw neemt. Gaat bijvoorbeeld de interesse uit naar personenauto's dan heeft het begrip 'traject' betrekking op personenvoertuigen. Gaat de belangstelling uit naar de dienst 'onderwijs' dan heeft dit begrip betrekking op het geven en krijgen van basisonderwijs, voortgezet onderwijs, enzovoort. Deze definiëring is zo ingekleed dat er op verschillende niveaus

mee is te werken. Op bedrijfsniveau heeft een produkt-traject betrekking op afzonderlijke goederen of diensten, en op meer geaggregeerd niveau op produkten of produktgroepen die de gebruikelijke indeling in economische sectoren verre kunnen overschrijden. Doordat het begrip 'produkt-traject' zowel op micro-, meso- als op macro-niveau bruikbaar is, verliest het bekende vraagstuk of technologiebeleid zich nu wel of niet op sectoren zou moeten richten, hier veel van zijn betekenis.

Het begrip 'produkt-traject' is de drager van het hier ontwikkelde schema. Het gaat dan niet alleen om het produkt, maar ook om zijn oorsprong in wetenschap en technologie, de producenten die dat produkt voortbrengen, de gebruikers van dat produkt en om zijn maatschappelijke effecten. Het betreft de totale levenscyclus van een produkt. Door het produkt-traject als vast punt te nemen - en de functie van 'kennis' voor dat traject als hoofd-thema - wordt er verband gelegd tussen wetenschappelijke en technologische ontwikkeling, de producerende sector en de gebruikers van produkten die met deze kennis en technologie worden voortgebracht. Het is dan mogelijk de dynamiek in de kennisontwikkeling in perspectief te zien met de dynamiek in de produkt-markt-sfeer. Zoals in dit hoofdstuk, en vooral in de volgende hoofdstukken zal blijken, kan op deze wijze niet alleen exploratie, innovatie en diffusie van kennis in hun onderlinge verband worden geplaatst, maar kan ook het wetenschaps- en technologiebeleid worden voorzien van een richtinggevend onderwerp: de voortbrenging en het gebruik van produkten met een economische marktwaarde. De verdere uitwerking van de systematiek zal laten zien dat verhoogde coherentie van het wetenschaps- en technologiebeleid, alsmede verbeterde afstemming met ander beleid, bij de beleidsontwikkeling kan worden ingebouwd door het produkt centraal te stellen. Beleidscoherentie is dan bereikbaar zonder dat daarvoor coördinerende structuren nodig zijn; behalve die van de overheid zelf.

Elk produkt-traject is in handen van producenten en gebruikers. Het begrip 'producent' slaat op het bedrijf of de instelling die goederen en diensten voortbrengt. Het begrip 'gebruiker' betreft het bedrijf of de instelling die een goed of dienst gebruikt. Ook het individu dat als eindgebruiker een goed of dienst consumeert valt onder dit begrip. Een bedrijf treedt op als gebruiker zodra het een goed of dienst inkoopt en benut voor de voortbrenging van de eigen produkten. Een traject bestaat verder uit een aantal fasen waarin producenten wetenschappelijke en technische inzichten stapsgewijs omzetten in een verhandelbaar produkt, en waarin gebruikers dat produkt benutten - en daarvoor zelf kennis moeten aanvoeren - totdat het aan het einde van zijn levenscyclus is gekomen. Voor dat einde moet soms weer kennis worden aangevoerd en benut, bijvoorbeeld voor recyclisatie of afvalverwerking zonder belasting van het eco-systeem.

Een traject is naar believen in te delen in een groter of kleiner aantal fasen. Zo is een indeling in twaalf fasen goed voorstellbaar:

- fundamenteel en toepassingsgericht onderzoek;
- idee-omschrijving en eerste uitwerking;
- technisch haalbaarheidsonderzoek zoals een pilot project;
- marktverkenning en verkenning van economische haalbaarheid;

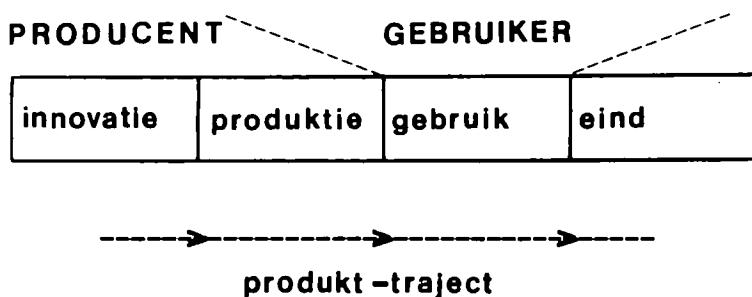
- feitelijke ontwikkeling van het produkt of productieproces;
- produktie-aanloop, demonstratie en marktintroductie;
- produktie van het nieuwe produkt en marktondersteuning;
- verkoop van het produkt aan de gebruiker;
- het gebruik van het produkt door de gebruiker;
- afschrijving van het produkt;
- recycling, revitalisering;
- vernietiging.

Dit twaalftal is wel verhelderend, maar ook onhandig groot. De tweede vereenvoudiging die hier wordt ingevoerd, is daarom de samenvoeging van deze twaalf tot een verval hoofdfasen van een produkt-traject:

- de innovatie-fase waarin toepassingsgericht, innovatief onderzoek tot ideeën leidt over verhandelbare produkten, en waarin de aanloop wordt genomen tot de feitelijke produktie;
- de produktie-fase waarin het produkt wordt gemaakt en afgezet in de samenleving; het produkt krijgt zijn definitieve vorm;
- de gebruiksfase waarin het produkt ten dienste staat van een gebruiker: het verricht de maatschappelijke functie waar het geschikt voor is, het verandert niet meer van gedaante;
- de eindfase waarin het produkt op enigerlei wijze tijdelijk of voor altijd uit de samenleving verdwijnt.

De innovatie-fase en de produktie-fase zijn in handen van de producent. De gebruiksfase is het terrein van de gebruiker, en de eindfase valt onder de verantwoordelijkheid van degene die de zorg draagt voor recyclisatie, revitalisatie of afvalbehandeling. In dit raamwerk is het zinvol juist deze vierdeling te hanteren omdat elk van deze vier hoofdfasen een duidelijk van de andere fasen onderscheidbare eigensoortige toevoer van kennis en kapitaal vereist, en ook een eigen sociaal-economische, ecologische, institutionele en culturele betekenis heeft. Naast deze vier fasen van een produkt-traject wordt nog een fase onderscheiden die zich geheel buiten elk produkt-traject bevindt: de exploratie-fase waarin aan de grenzen van de wetenschap fundamentele disciplines worden ontwikkeld, alsmede nieuwe basis-technologieën. Verderop in dit hoofdstuk krijgt deze aan produkt-trajecten externe fase een duidelijke plaats.

Figuur 2.1 Een produkt-traject, opgedeeld in een verval fasen



Om de binding met de beleidspraktijk tot stand te kunnen brengen, berust deze systematiek verder op de waarneming dat de overheid vooral voorwaardenscheppend is betrokken bij de ontwikkeling van kennis en technologie, de exploitatie daarvan in de produktie-sfeer, en bij het gebruik van de voortgebrachte produkten. De overheid zelf ontwikkelt immers nauwelijks technisch-wetenschappelijke kennis, en brengt relatief weinig produkten voort. Voor sommige produkten is ze wel een belangrijke gebruiker. In deze systematiek staan vier factoren centraal, via welke de overheid wetenschaps- en technologie-ontwikkeling, diffusieprocessen, produkt-gebruik en kennis-gebruik kan beïnvloeden. De derde vereenvoudiging is dat in dit schema slechts deze vier factoren invloed hebben op een produkt-traject. Het is gewenst bij de ontwikkeling van beleid ten aanzien van deze factoren rekening te houden met de te vervaardigen produkten en zeker ook met de verwachte marktpositie van die produkten. Het maatschappelijke succes van wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen hangt immers niet alleen af van hun kwaliteit, maar evenzeer van hun materialisatie tot marktgerede produkten. Met een waaier van lichtere en zwaardere interventie-mechanismen kan de overheid via deze factoren invloed op produkt-trajecten uitoefenen. Deze mechanismen behoren tot wat gewoonlijk het generieke en het specifieke beleid wordt genoemd. Dit onderscheid heeft in de gepresenteerde systematiek verder geen wezenlijke functie.

De eerste twee factoren betreffen de produktie-factoren kennis - de beschikbaarheid van hoogwaardige kennis en kunde -, en kapitaalvoorziening voor kennisontwikkeling en kennisdifusie. De bekende produktie-factor 'arbeid' komt wel degelijk voor, alleen niet onder deze noemer. 'Arbeid' is in deze systematiek een van de dragers van kennis en kunde. De ontwikkeling van kennis in de exploratie-fase en de innovatie-fase, de verwerking van die kennis in de produktie-fase, en vervolgens het gebruik daarvan in de gebruiksfase geschiedt onder meer door de factor arbeid. Daar waar de hier doorgevoerde vereenvoudiging te klemmend is - zoals in paragraaf 3.2.2 - wordt de factor 'arbeid' weer ten tonele gevoerd.

De bekende produktie-factoren grondstoffen en energie worden hier buiten beschouwing gelaten. Deze zijn weliswaar wezenlijk voor produktie, marktontwikkeling en bedrijfsrendementen, maar ze zijn niet erg bevattelijk voor enig ingrijpen door producenten, gebruikers of de overheid; althans niet in het perspectief van het wetenschaps- en technologiebeleid. Verkrijgbaarheid en prijsontwikkeling zijn hier vooral externe gegevens waarmee men in het beste geval in prospectieve zin rekening kan houden.

De overige twee factoren betreffen omgevingsfactoren, bestaande uit het patroon van publieke en private instellingen - kortweg 'instituties' genoemd - waarmee producerende bedrijven en gebruikers te maken hebben, en uit wetten, normen en standaards: de regels van het spel; hier 'normering' genoemd.

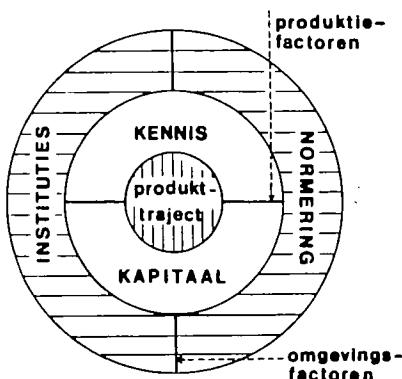
Voor de eenvoud wordt hier gewerkt met vier factoren maar in feite zijn er veel meer. Te denken is aan de culturele acceptatiegrondslag van technologische veranderingen, aan veranderingen in de inkomensverdeling als bron van veranderende vraag naar goederen en diensten, en aan veranderingen in

omvang en samenstelling van de bevolking. Beleid ten aanzien van al deze facetten heeft invloed op de wetenschappelijke en technologische ontwikkeling, maar valt duidelijk niet onder het nu gangbare begrip 'wetenschaps- en technologiebeleid'. Zulk beleid is immers niet gericht op de voortbrenging en het gebruik van produkten. Is dat wel het geval - zoals bij mogelijke veranderingen in de bankwet - dan kunnen we spreken van aan het wetenschaps- en technologiebeleid flankerend beleid.

Natuurlijk is ook de fysieke omgeving van grote betekenis voor het wel en wee van produkt-trajecten. In dit schema wordt de fysieke infra-structuur echter gezien als een omgevingsfactor die op grotere afstand van de trajecten staat dan 'instituties en normering'. Het belang van deze factor voor vele economische sectoren van een land wordt daarmee geenszins ontkend. In dit schema zijn het echter de produktie-factoren kennis en kapitaal, en de omgevingsfactoren instituties en normering die te zamen vorm en inhoud van elk produkt-traject beïnvloeden.

Elke factor heeft zijn eigen invloed op een produkt-traject. Het aangebrachte onderscheid maakt deze beïnvloedingspatronen inzichtelijk. Compleetheid - volledigheid, evenwichtigheid en ordelijkheid -, consistentie en helderheid van het wetenschaps- en technologiebeleid met betrekking tot een produkt-traject zijn afhankelijk van de aansluiting tussen interventies ten aanzien van deze factoren en het desbetreffende traject. Ook gaat het daarbij om de onderlinge afstemming van beleid ten aanzien van deze vier factoren.

Figuur 2.2 Een produkt-traject, produktie-factoren en omgevingsfactoren



Het is duidelijk dat het drietal tot nu toe ingevoerde vereenvoudigingen een vrij mechanisch getint beeld geeft van de invloeden die inwerken op de produktie en het gebruik van goederen en diensten. De culturele omgeving bijvoorbeeld is van eminent belang als grondslag voor de maatschappelijke acceptatie van produkten, en ook van bepaalde vormen van onderzoek. In hoofdstuk 8 wordt hier enige aandacht aan geschonken. Ook het bedrijfsinterne aspect blijft, althans in dit hoofdstuk, goeddeels buiten beschouwing. Verder kan de indruk ontstaan dat de invloed van produktie- en omgevingsfactoren één kant op zou wijzen - richting produktie - doordat de voortbrenging en het gebruik van produkten centraal staat. Zoals zal blijken, kan

dit schema de wisselwerking tussen produkt-traject, produktie-factoren en omgeving echter zeer goed plaatsen. Bij het praktisch hanteren van dit schema, en van de nog volgende uitwerkingen, is het goed zich van deze model-beperkingen en interpretatieproblemen rekenschap te geven.

De vier te behandelen factoren in ogenschouw nemend, is het eveneens duidelijk dat hier niet alleen het wetenschap- en technologiebeleid van belang is. Deze factoren zijn ook onderwerp van ander beleid, zoals dat met betrekking tot de industriële ontwikkeling, het fiscale systeem, arbeidsvoorraarden, ruimtelijke ordening, of kapitaalmarkt. Ook de Europese regelgeving is hier - in toenemende mate - van belang, zoals in de sfeer van de mededinging.

2.3 De produktie- en omgevingsfactoren van een traject

2.3.1 De eerste produktie-factor: kennis

Een systematisch overzicht van de structuur van wetenschappelijke en technologische kennis, en van veranderingen daarin, is van grote betekenis voor de ontwikkeling van beleid. Deze structuur heeft namelijk nauwe relaties met technologische ontwikkelingsprogramma's en met het patroon van wetenschappelijke en technologische instituten.

Onder 'kennis' verstaat men vaak wetenschap of kunde van min of meer fundamentele aard, maar hier betreft dit begrip de wetenschap, kunde of vaardigheid die van belang is voor de ontwikkeling, produktie, afzet, gebruik en ook vernietiging of hergebruik van verhandelbare goederen of diensten. Het gaat hier vooral om technische en technisch-wetenschappelijke kennis. Andersoortige kennis krijgt in deze systematiek een plaats voorzover die kennis van belang is voor een produkt-traject. Verderop in dit hoofdstuk wordt dit begrip 'kennis' nog aanzienlijk aangescherpt.

Kennis treedt op vele plaatsen en in vele gedaanten een traject binnen. In het begin van een traject zijn dat de resultaten van innovatief onderzoek, die de bakermat zijn voor technologische innovatie. Verderop is meer praktische kennis nodig voor de vervaardiging van produktiemachines en gereedschappen, de produktie van de concrete goederen en diensten zelf, afzet, gebruik, onderhoud en eventueel ook afvalverwerking en recyclisatie. Deze produktie-factor - concreter: onderzoek en ontwikkeling - staat centraal in het wetenschaps- en technologiebeleid. Daar ligt - op dit beleids terrein - de kern van activiteiten die produkt-trajecten trachten te beïnvloeden.

Kennis in deze zin is in te delen in een zestal categorieën:

- fundamentele disciplines zoals natuurkunde, chemie, wiskunde, informatie-theorie en biologie;
- basistechnologieën zoals elektronica, fijnmechanische techniek, hydraulica, sterkeleer en constructieleer, geofysica en geotechniek, meet- en regeltechniek;

- voortbrengings- en produktietechnieken zoals bewerkingstechnieken, baggertechniek, vliegtuigbouwkunde, waterbouwkunde en technieken voor plantenteelt;
- gebruikstechnieken zoals bedieningstechnieken, exploitatie- en beheerstechnieken;
- gebruiks-ondersteunende technieken - nodig voor het scheppen van voorwaarden voor voortbrenging en gebruik - zoals onderhoudstechnieken, CAD technieken, dokumentatietechnieken en logistieke technieken;
- eindtechnieken zoals recycling, bodemsanering, afvalverwerking en revisietechnieken.

Een afgelide kennis - wat men kennis-management zou kunnen noemen - is het inzicht in welke kennis nodig is, in welke fase van een traject, wat introductie van die kennis kost, hoe de kosten zijn op te brengen - het probleem van de kapitaalvoorziening, te behandelen in de hoofdstukken 4, 5 en 6 -, en waar en hoe die kennis is te verkrijgen.

Een aantal waarnemingen maakt duidelijk dat dit kennisbegrip goed, en met vrucht in analytische zin is te hanteren. Zo heeft Nederland op het terrein van fundamentele disciplines en basistechnologieën - de exploratie-fase - een internationale toppositie in bijvoorbeeld de immunologie, waterbouwkunde, astronomie, hydrodynamica, landbouwwetenschappen, grondmechanica van zachte bodems, delen van de wiskunde en de chemische technologie. Dit is een krachtige steun voor vele bedrijven, maar nu dreigt deze Nederlandse positie hier en daar zwakker te worden doordat sommige bedrijven hun grensverleggende onderzoeksactiviteiten naar het buitenland verplaatsen, onder meer als gevolg van de toenemende internationale competitie. De ontwikkeling en het behoud van deze kennis wordt ook bedreigd door de relatieve reductie van collectieve middelen voor de financiering van universitair onderzoek en het onderzoek van daarmee verwante onderzoeksinstellingen. Hier speelt ook de bestuurlijke en politieke onmacht om juist in tijden van financiële krapte prioriteiten aan te wijzen. De exploratie-fase die aan produkt-trajecten voorafgaat is hier in het geding, wat kan leiden tot verlies aan marktaandelen van een onbekend aantal verhandelbare goederen en diensten.

Voortbrengings- en produktietechnieken betreffen de harde kern van elk produktiebedrijf. Deze technieken worden immers ingezet voor de concrete voortbrenging van produkten. Rond deze technieken spelen problemen als octrooiering, licentie-verkrijging en bedrijfsspionage. Produktietechnieken zijn merendeels het eigendom van producenten. Ze zijn dan ook vaak niet - zoals de fundamentele disciplines en de basistechnologieën - tamelijk eenvoudig te verkrijgen. Deze technieken zijn een kostbaar bezit van het producerende deel van een economie: ze bepalen de produktiviteit van produktiesystemen en organisaties. Ze worden langzaam opgebouwd maar ze zijn snel verdwenen als het eigendomsrecht op een ander bedrijf overgaat, of als de technologie economisch veroudert.

Gebruikstechnieken en gebruiksondersteunende technieken vinden hun toepassing in alle fasen van een produkt-traject. Zij zijn van groot belang voor de verbetering van de verkeersveiligheid en doorstroming met behulp

van omvangrijke verkeersleidingssystemen en alternatieve transportsystemen; verbetering van de kosten-baten verhouding van de gezondheidszorg, onder meer door kennis op het gebied van diagnostiek, preventie, therapie en verzorging; en (re)conditionering van het milieu met nieuwe technische systemen voor bodemsanering, waterzuivering, en vernieuwing van de chemische industrie. De effecten van verandering in kennis zijn hier veel duidelijker dan bij fundamentele disciplines, wat echter niet betekent dat de teloorgang van fundamentele disciplines minder grote problemen zou oproepen.

Eindtechnieken komen steeds meer in focus, nu vanwege het milieu niet alleen het produkt en het produktieproces van belang zijn, maar de gehele levenscyclus van dat produkt. De beschikbaarheid van eindtechnieken is dan een argument om wel of niet tot produktie over te gaan. Eindtechnieken hebben ook een zelfstandige betekenis doordat daarmee te ontwikkelen diensten - bodemsanering bijvoorbeeld - een gewild exportartikel vormen met een potentiële internationale groeimarkt van nu al tientallen miljarden guldens groot.

Dit zestal kennisrubrieken lijkt parallel te lopen aan de eerder gegeven fasegewijze indeling van een produkt-traject. Er is ook wel een zekere overeenkomst. Zo zullen fundamentele disciplines meestal voor het begin van een traject staan en gebruikstechnieken meer aan het einde. Dit onderscheid in typen technologie is daarom van groot praktisch belang bij de selectie van zwaartepunten in produkt-trajecten. Als bijvoorbeeld wordt gekozen voor verhoogde activiteit in de gebruiksfase, dan zullen ook de daarbij behorende gebruikstechnieken moeten worden ontwikkeld. Toch is het beter de fasen van een traject los te zien van deze rubricering van kennis, omdat kennis en produktie onvergelijkbare grootheden zijn.

Het normale ontwikkelingspatroon van technologische kennis zoals de informatietechnologie, de overslag- en opslagtechnologie of de chemische technologie, vertoont een waaiervorm in de tijd. Ontwikkelingen langs uiteenlopende lijnen van de waaijer kunnen onderling sterk in snelheid verschillen. Deze uitwaaiering leidt tot een toenemende proliferatie van specialismen. Daarnaast neemt het aantal disciplines toe dat nodig is om tot de realisatie van een bepaald produkt te komen. De combinaties worden steeds complexer, met alle integratieproblemen van dien. Hierdoor neemt de behoefte toe aan generalisten die het gebied globaal overzien en die kunnen komen tot keuze, combinatie en synthese van kenniselementen voor de realisatie van een beoogd produkt.

De kennisontwikkeling in een bepaald gebied kan sterk versnellen wanneer ontwikkelingen uit andere gebieden er in doordringen. Voorbeelden hiervan zijn de invloed van de elektronica op de werktuigbouw, van de chemie op de geneeskunde en van de digitale informatietechniek en de optica op de telecommunicatie. Hier speelt het verschijnsel van de multidisciplinariteit. Daarbij is het nuttig onderscheid te maken tussen twee - in elkaar overvloeiende - soorten van multidisciplinariteit. Bij *longitudinale multidisciplinariteit* gaat het om nieuwe kennis die ontstaat door koppeling van aan elkaar verwante soorten van kennis, bijvoorbeeld de ontwikkeling van

toepassingsgerichte basistechnologieën op grond van een aantal fundamentele disciplines. De fundamentele en toepassingsgerichte disciplines hebben dan gemeenschappelijke grondslagen. Er zijn echter ook verbindingen denkbaar van bijvoorbeeld technische wetenschappen met maatschappij- en gedragswetenschappen, of met mens- en geesteswetenschappen. Er komen steeds meer problemen aan de orde met gedrags- of maatschappijwetenschappelijke aspecten. Deze vragen om *laterale multidisciplinariteit*, waarin afzonderlijke disciplines naast elkaar nieuwe kennis ontwikkelen, een nieuw produkt voortbrengen, of een nieuw gebruik mogelijk maken. Aan de orde zijn dan combinaties van disciplines met vaak zeer verschillende grondslagen.

Het onderscheid tussen laterale en longitudinale multidisciplinariteit is van belang voor het scheppen van de juiste condities voor vruchtbare multidisciplinaire samenwerking in onderzoek en ontwikkeling. In het geval van longitudinale multidisciplinariteit is samenwerking gemakkelijker te bereiken dan bij laterale multidisciplinariteit. Bij longitudinale multidisciplinariteit hebben de betrokkenen vaak een gemeenschappelijke onderwijsbasis en cultuur. In het geval van laterale multidisciplinariteit, waar het gaat om de combinatie van kennis-elementen uit zeer uiteenlopende disciplines, ontbreekt die gemeenschappelijkheid waardoor vaak aanzienlijke cultuurverschillen zijn te overbruggen. Deze verschillen werken door in visievorming, doelstellingformulering, de waarneming van vraagstukken en de ontwikkeling van oplossingsrichtingen. In de toekomst zal multidisciplinaire kennisontwikkeling meer aandacht vergen op het management- en beleidsniveau. Effectieve multidisciplinariteit is immers niet alleen gewenst voor de aanpak van complexe maatschappelijke problemen, maar ook omdat de praktijk leert dat combinatie van kenniselementen tot verrassende vondsten en vernieuwingen kan leiden. Het veronachtzamen van wenselijke discipline-combinaties kan leiden tot onevenwichtigheden in produktie- en besluitvormingsprocessen.

Bij het omgaan met kennis moet rekening worden gehouden met het type kennis waar het om gaat, met de desbetreffende technologie zelf, en met de nationale en internationale technologie-ontwikkeling. Het is daarbij de kunst zwakke signalen van komende kennis- en technologie-ontwikkelingen op te vangen en te waarderen. Correcte analyse leidt hier tot waarneming van trends in kennisontwikkeling en kennisvraag, en tot vroegtijdige inschatting van mogelijke effecten in produkt-trajecten. Dit alles kan uitmonden in relatieve concurrentievoorsprongen op nationaal en internationaal niveau.

Niet alleen technologische kennis kent zijn complexiteit maar ook de toepassing daarvan. Technologische kennis zal steeds meer functioneren binnen complexe produktie- of gebruikssystemen zoals multi-modale transportsystemen of grootschalige tele-informatiesystemen. Technische complexiteit komt vaak tot uiting in de hoeveelheid en verscheidenheid van de benodigde kennis om technische systemen te kunnen ontwerpen, bouwen, bedienen en exploiteren. In de micro-elektronica bijvoorbeeld, en nu ook in de fijnmechanische techniek, leidt miniaturisering van structuurafmetingen tot construeren op moleculair of atomair niveau. Deze complexiteit heeft tot gevolg dat de beheersbaarheid van maatschappelijke effecten

steeds meer aandacht vraagt: er zijn veel personen en instanties bij betrokken, er zijn grote en diverse geldstromen op gang te brengen en te combineren, en de toepassingsmogelijkheden zijn lang niet altijd alle te voorzien. Voor een economisch en maatschappelijk verantwoorde exploitatie van technologie is daarom inzicht gewenst - bij beleidsmakers, producenten en gebruikers - in aard, oorzaken en risico's van technische complexiteit, alsmede in methoden om de bedrijfsmatige en maatschappelijke gevolgen van toegepaste complexe technologieën te beheersen. Dit complexiteitsvraagstuk wordt in hoofdstuk 3 verder toegelicht.

2.3.2 De tweede produktie-factor: kapitaal

In het analytische schema bestaat een traject uit een viertal fasen: innovatie-, produktie-, gebruiks- en eindfase. Per traject zal het relatieve gewicht van deze fasen sterk verschillen, maar in ieder geval vergt elke ontwikkelingstrap altijd financiering. De innovatie-fase wordt vaak gefinancierd door de overheid of zeer grote ondernemingen; de produktie-fase vooral door het bedrijfsleven. Kapitaal - de tweede produktie-factor van elk traject - is onontbeerlijk voor de ontwikkeling van kennis, het aantrekken van geschoold personeel, de aanschaf van kennisintensieve investeringsgoederen - machines bijvoorbeeld - en voor het bewerken en openen van markten: de entree tot de gebruiksfase en later de eindfase.

Het proces van wetenschapsontwikkeling, technologievernieuwing, produktie en marktontwikkeling toont een gestage versnelling en schaalvergroting, alsmede toenemende kennisdifferentiatie, produktdifferentiatie en marktcomplexiteit. Verder lijken bestaande processen en produkten steeds sneller te verouderen. De investeringskosten van onderzoek en ontwikkeling ten behoeve van innovaties van processen of produkten, en voor de ontwikkeling van nieuwe markten, stijgen snel. De hoge kosten van de fasen na het fundamentele onderzoek, in combinatie met de steeds snellere afschrijving van investeringen, doen de financiering van technologie-, produkt- en marktontwikkeling uitgroeien tot een vraagstuk dat de technologische vernieuwing steeds meer beheert.

De continuïteit van ondernemingen is sterk afhankelijk van vernieuwing van processen, produkten en markten, maar steeds minder ondernemingen - vooral kleine en middelgrote - kunnen de ontwikkelingslasten daarvan zelfstandig dragen. Hun afhankelijkheid van grote toeleveranciers, afnemers en externe financiers groeit snel omdat zij zich slechts met hun inbreng nieuwe technologie kunnen verwerven. De noodzaak tot alliantievorming met concurrenten neemt toe. Bedrijven worden door dit alles kwetsbaarder. Verder is de complexiteit van elk traject - en de daaruit voortvloeiende bedrijfsrisico's - moeilijk beheersbaar. De recente ontwikkelingen bij Philips illustreren dat ook zeer grote ondernemingen de 'race zonder finish' maar moeilijk kunnen volhouden; zelfs niet op een eigen technologiegebied als delen van de micro-elektronica⁶. Deze problematiek komt nader aan de orde in hoofdstuk 7. Niet alleen producenten, maar ook kapitaalverschaffers

⁶]

A. Roobek en E. Broesterhulzen, Verschuivingen in het technologiebeleid: een internationale vergelijking vanuit de praktijk; WRR, 1991.

kunnen de risico's van grote investeringen in nieuwe technologieën vaak moeilijk overzien. Zij beschikken daarvoor over onvoldoende kennis van gespecialiseerde technologieën en markten. Soms ook zijn er politieke risico's.

De overheid zal de komende tijd steeds meer komen te staan voor de politiek uiterst moeilijke vraag of en hoe zij - al of niet samen met private partijen - bedrijven kan helpen met de tijdige verkrijging van financieel kapitaal tegen redelijke kosten. De essentiële vraag is welke rol de overheid, private investeringsinstellingen en het bedrijfsleven hier kunnen spelen. Wellicht vereist de gevraagde financiering ook verandering in institutionele arrangementen. Hier raakt het wetenschaps- en technologiebeleid aan het industriebeleid, het fiscale en het monetaire beleid. Dit financieringsvraagstuk - en dan vooral de financiering van lang-lopende hoog-risicodragende investeringen - is het centrale thema van hoofdstuk 4.

De 'Interdepartementale Commissie van Advies inzake den Bouw van Vliegtuigmaterieel' - de commissie Tromp - rapporteerde al in 1946: 'De ontwikkeling van nieuwe vliegtuigtypen brengt, behalve voor zeer lichte vliegtuigen, zulke hoge kosten met zich mede dat zij niet meer op eigen risico van den fabrikant kan geschieden, tenzij vooraf een bestelling wordt gedaan op een voldoende grote serie ter dekking van de ontwikkelingskosten [...]. Voor een herstel der zelfscheppende Nederlandsche vliegtuigindustrie is het dan ook noodzakelijk voor het vraagstuk der ontwikkeling van nieuwe vliegtuigen een bruikbare oplossing te vinden; voor de financiering van deze ontwikkeling zal in elk geval een beroep op de Staat moeten worden gedaan'⁷. Het financieringsvraagstuk en de kwestie van overheids-participatie daarin zijn blijkbaar niet nieuw.

2.3.3 De eerste omgevingsfactor: instituties

Een traject heeft niet alleen inhoud - door producenten gematerialiseerde kennis in de vorm van goederen en diensten - maar ook een bedding: de twee omgevingsfactoren. Een van deze omgevingsfactoren wordt gevormd door de patronen van publieke en private instituties rond producenten en gebruikers van goederen en diensten; 'instituties' genoemd. Te denken is hier aan universiteiten, grote technologische instituten, producerende bedrijven en gebruikers van produkten. Het gaat hier om de hele reeks - wel filière genoemd - van kennisleveranciers, kapitaalverschaffers en toeleveranciers van intermediaire- en investeringsgoederen die - langs het traject gezien - loopt vanaf onderzoek voor kennisontwikkeling en kennismport, via produktie en gebruik, tot en met de eindbehandeling van produkten. Ontwikkelingen in instituties hebben grote invloed op produkt-trajecten. Het aanbod van kennis door onderzoeksinstellingen, de vraag naar kennis door producenten, de kapitaalvoorziening, en bindingen tussen verschillende produkt-trajecten vinden plaats in dit patroon van publieke en private connecties.

⁷] Rapport van de Interdepartementale Commissie van Advies inzake den Bouw van Vliegtuigmaterieel hier te lande, 20 maart 1946, no. IC-386, blz. 19.

Een groot aantal voorbeelden kan het belang van deze omgevingsfactor als analytische categorie demonstreren. Zij laten zien dat veranderingen in een traject de institutionele arrangementen doen veranderen, en dat verandering in een arrangement ook trajecten beïnvloedt. De indruk bestaat dat de institutionele omgeving zich eerder aanpast aan technologische veranderingen dan omgekeerd. In analytisch perspectief doet het er niet toe wat nu wat beweegt, maar als het om beleid gaat - waarin de institutionele omgeving de beweging is en het traject de bewogen - dan lijkt het er op dat overheidsinterventies rond deze omgevingsfactor vooral betrekking zullen hebben op het wegnemen of verkleinen van institutionele hindernissen voor trajecten. Beleid ten aanzien van deze factor zal vooral reactief de voorwaarden scheppen voor technologische ontwikkeling; het beleid neemt gebleken belemmeringen weg. Het kan zelden anticiperen op een toekomstige wenselijkheid om instituties aan te passen. Instituties - bedrijven, instellingen en hun organisatieverbanden - zijn ooit voor een bepaald doel opgericht of gestart, maar vervolgens hebben zij een eigen identiteit gekregen, een markt opgebouwd, een serie produkten ontwikkeld, en er is een groep belanghebbenden die zich met die instituties verbonden voelt. Continuïteit en versterking wordt dan ook een doel, waardoor aanpassing aan iets vaags als toekomstige doelstellingen slechts moeilijk een hoge prioriteit zal krijgen.

De institutionele situatie rond produkt-trajecten bepaalt ten dele de aanpassingsmogelijkheden aan een veranderende marktvraag. De sector grond-, water-, en wegenbouw bijvoorbeeld bestaat uit een aantal geledingen: onderzoeksinstellingen, advies- en ingenieursbureaus, aannemers, toeleveranciers, landmeetkundige diensten, waterschappen, gemeenten en provincies, en directoraten van VROM. Rijkswaterstaat domineert het relatietroon tussen deze sectordelen. vergeleken met het buitenland, dat niet zo'n centraal opdrachtgevend en onderzoekend centrum kent, heeft het Nederlandse bedrijfsleven in institutioneel opzicht een aanmerkelijk internationaal concurrentievoordeel. Doordat de sector enigszins centraal wordt gestuurd, is een relatief snelle reactie op veranderingen mogelijk. Dit zou zelfs zijn te versterken door de centrumfunctie van Rijkswaterstaat nog wat te accentueren.

Verandering in de maatschappelijke vraag naar produkten heeft gevolgen voor de behoefte aan bepaalde kennis, wat weer leidt tot aanpassingen in het institutionele patroon dat die kennis aanbiedt. Zo neemt de vraag naar sociaal aanvaardbare produkten en produktieprocessen toe. Intensieve maatschappelijke acties met betrekking tot bodem- en watervervuiling, of arbeidsomstandigheden illustreren dat. Gereduceerde belasting van het milieu vraagt verhoogde specificiteit van chemische produktieprocessen, de ontwikkeling van de hiervoor benodigde katalysatoren, reactiemechanismen en reactorsystemen. Dat weer openst het perspectief van krachtige, geconcentreerde multidisciplinaire research, aanpassingen in het universitaire onderwijs en onderzoek, en wellicht ook oprichting van centra die het onderzoek sturen en die samenwerken met andere Europese universitaire, para-universitaire en industriële centra.

Verandering in de behoefte aan kennis, en in het instituutspatroon dat die kennis aanbiedt, kan ook optreden als gevolg van concurrentie-overwegin gen van bedrijven. In de grond-, water- en wegenbouw zal de vraag naar ondergrondse bouw naar verwachting snel toenemen. Om de internationale concurrentiestrijd met succes aan te gaan, wil men daar nieuwe, economisch en ecologisch aantrekkelijke bouwprocessen ontwikkelen en toepassen. De kosten hiervan zijn alleen te dragen door samenwerking tussen partijen in de bouw en machine-industrie. Deze patronen komen wel voor in de CUR en CROW⁸, maar verder zijn ze nog nauwelijks ontwikkeld.

Functieverandering van economische sectoren leidt tot verandering in de institutionele patronen rond produkt-trajecten. De sector Transport en Logistiek moet verregaande goederenstroom-beheersing ontwikkelen als gevolg van veranderende produktieprocessen in veel bedrijven. Deze processen vergen koppeling tussen tot nu toe zelfstandige transportbedrijven onderling, en koppeling tussen verladers en ontvangers via dat transport. Dat vereist weer organisatievormen die deze nieuwe diensten en de daarvoor noodzakelijke kennis kunnen ontwikkelen. Onderlinge competitie, onvoldoende capaciteit voor het opnemen en toepassen van nieuwe kennis, en onvoldoende begrip voor het systeemkarakter van nieuwe technieken verhinderen echter dat de sector snel kan inspelen op nieuwe functie-eisen. De sector streeft daarom - zij het zeer voorzichtig - naar een hogere graad van homogeniteit om wèl aan die eisen te kunnen voldoen.

Er zijn ook institutionele gevolgen verbonden aan de steeds snellere economische veroudering en technische verandering. Gebrekkige veranderingsbereidheid leidt tot onvoldoende capaciteit om zich aan te passen. Verkenningsmechanismen, informatieverschaffing, visie- en agendaontwikkeling, en beloning van aanpassingsvermogen en innovatief gedrag kunnen hierin verbetering brengen. Ook regionale institutionele structuren zijn in die zin te gebruiken.

Nog steeds zijn de traditionele produktie-factoren van belang, maar het relatieve gewicht van de factor kennis neemt snel toe. Dit leidt tot veranderingen in de maatschappelijke positie van de bedrijven, instellingen of instituten die deze omgevingsfactor beheren of voortbrengen: universiteiten, hoge scholen en/of bedrijven, maar ook werknemersorganisaties die de factor arbeid - een van de dragers van kennis - mede beheren. De maatschappelijke functie van vakverenigingen zal hierdoor gaan verschuiven op een nu nog niet te overziene wijze.

Het kostenniveau van nieuwe technische systemen vergt soms bundeling van publieke en private financiering. Vooral bij investeringen met een onzekere 'return on investment', of als revenuen niet alleen van economische aard zijn, kan combinatie van publieke en private verantwoordelijkheden nodig zijn. Private fondsen kunnen een grotere rol spelen naarmate bedrijfsdoelen duidelijker in zicht komen. Infrastructuren voor informatie-overdracht of

⁸] Stichting civieltechnisch centrum uitvoering research en regelgeving (CUR), Centrum voor regelgeving en onderzoek in de grond-, water- en wegenbouw (CROW).

transport behoeven eerder collectieve financiering omdat opbrengsten en investeringen daar niet zo duidelijk met elkaar in verband staan.

Er zijn institutionele veranderingen te verwachten als gevolg van technologische risico's. Technieken kunnen onherstelbare schade aanrichten op sociaal, cultureel en organisatorisch gebied, zoals het ecosysteem en de arbeidsmarkt. De collectieve belangen zijn soms zo groot dat belangenafweging en belangenbehartiging niet zonder meer aan marktpartijen kan worden overgelaten. De overheid en de rechterlijke macht vervullen dan bij uitstek een legitieme verantwoordelijkheid wanneer zij zorgdragen voor evenwichtige behartiging van alle betrokken belangen.

De financiële en maatschappelijke reikwijdte van nieuwe technologieën vraagt om passende maatschappelijke besluitvormingsmechanismen. Technologische ontwikkeling is zo kostbaar, en de kans op succes is zo ongewis, dat de overheid bij de prioriteitenstelling zo veel mogelijk aansluiting zoekt bij nationaal-specifieke sterkten, en eigen behoeften. Onvermijdelijk leidt dat tot de vraag hoe en door wie deze prioriteiten worden gekozen. Voor velen is dat een minder welkom, politiek beladen perspectief.

Technologische ontwikkelingen staan ook in verband met internationale institutionele verhoudingen. Samenwerking tussen nationale en supranationale overheden is nodig voor grensoverschrijdende technologische innovaties en marktontwikkelingen als het Airbus-project en de Europese Ruimtevaart. Omgekeerd bood de Europese economische samenwerking de gelegenheid voor dit type ontwikkeling.

Mondialisering van bedrijfsleven en technologie leidt tot uitholling van de bestuurlijke positie van de nationale staat, onder meer door de geringe nationale binding van multinationals. Terecht steunt de nationale overheid technologie-ontwikkelende en -gebruikende instituties in hun grensoverschrijdende samenwerking en internationale werving van kennis, maar tezelfder tijd maken open markten nationaal-specifieke belangen moeilijker verdedigbaar. Deze bestuurlijke uitholling wordt maar ten dele gecompenseerd door bestuurlijke competenties op supranationaal niveau. Bescherming van collectieve belangen op nationaal en internationaal niveau wordt daardoor steeds moeilijker. Het is daarom van belang te bezien of er geen mechanismen nodig zijn voor politieke en bestuurlijke beïnvloeding van de internationale technologie-ontwikkeling.

2.3.4 De tweede omgevingsfactor: normering

Bij deze tweede omgevingsfactor gaat het om ordenende invloeden als wet- en regelgeving, maatschappelijke normen en waarden, technische kwaliteitsnormen en standaards. Vaak wordt een traject los gezien van de structuur en inhoud van de spelregels. Bij de behandeling van de produktie-factor 'kennis' is gewezen op de toenemende betekenis van complexe technische systemen. De ontwikkeling en het gebruik van dergelijke systemen vereisen standaards en procesnormen voor de verenigbaarheid en uitwisselbaarheid van componenten, en voor kwaliteitsgarantie. Talloze voorbeelden zijn te vinden in grote telecommunicatienetwerken, transportinfrastructuren, verkeersleidingssystemen en de bouw.

Strakke normering, bijvoorbeeld op het gebied van veiligheid en milieu, leidt niet alleen tot verbeterde produkten maar ook tot nieuwe technologieën. Als een bedrijfstak of de overheid anticipeert op toekomstige standaards - of die standaards zelfs internationaal weet voor te schrijven - dan kan een bedrijf een grote internationale concurrentie-voorsprong opbouwen. Prospectieve wetgeving - wetgeving die normen in het vooruitzicht stelt - is hiervan een belangwekkend aspect. Wetgeving met betrekking tot milieuvervuiling door de galvano-industrie bijvoorbeeld kan de desbetreffende producenten dwingen hun produktieprocessen te vervangen door milieuvriendelijker processen. Omdat de vaak zeer kleine bedrijven dit veranderingsproces niet zelf kunnen volbrengen, is er echter wel een mechanisme nodig - de institutionele factor - om die nieuwe processen voor oppervlaktebescherming te ontwikkelen. Deze produktie-techniek kan dan vervolgens aan de industrie worden overgedragen.

We zien dat in de institutionele omgeving van produkt-trajecten - de eerste omgevingsfactor - publieke en private verantwoordelijkheden en taken over elkaar heen schuiven. Politieke en economische ontwikkelingen in onze samenleving leiden ertoe dat de overheid steeds meer moet opereren te midden van belanghebbenden. Dit betekent overigens niet dat ten aanzien van de ontwikkeling, en vooral ook van de toepassing van technische kennis geen krachtige interventiemechanismen van de overheid gewenst kunnen zijn voor de bescherming van collectieve belangen. Wel wordt directieve regulering soms vervangen door geconditioneerde zelfregulering om voldoende ruimte te laten voor een beweeglijke opstelling van partijen. Het is daarbij van belang dat de normering voldoende continuïteit en duidelijkheid behoudt, maar tegelijkertijd aanpasbaar is wanneer veranderingen in de kennis of het institutionele patroon dat eisen. Zelfregulering veronderstelt overleg tussen overheid en belanghebbenden, waaronder bedrijven en bestuurlijke koepels van maatschappelijke groeperingen. Als overlegpartners sturende verantwoordelijkheden op zich nemen, behoeven zij daarvoor een inhoudelijke en bestuurlijke toerusting.

De beïnvloeding van een traject via normerende activiteiten is alleen verantwoord wanneer de normering snel genoeg meegroeit met de ontwikkeling van technologie en de veranderingen in de samenleving. Aanpassing van wetten, regels en normen aan de stand van wetenschap en technologie - en aan ontwikkelingstendenzen daarin - vereist voortdurende oplettendheid en een groot reactievermogen. Hiervoor zijn structuren - instituties - nodig die technologie en normering met elkaar kunnen verbinden. Deze moeten op de hoogte zijn en blijven van 'the state of the art' en van de markt waar produkten uit verschillende trajecten uiteindelijk terecht komen. Dit alles mag natuurlijk niet leiden tot instabiliteit en discontinuïteit, omdat belanghebbenden dan snel het vertrouwen in de kwaliteit van de normering zullen verliezen.

Beïnvloeding van een traject op deze wijze kent twee hoofdproblemen: het probleem van de soms zeer lastige belangenafweging, en de remmende invloed die van normering kan uitgaan. Met betrekking tot de belangenafweging biedt de landbouw een goed voorbeeld. Deze sector kent een wet- en regelgeving die technologische innovatie stimuleert. De afwenteling van

nadelige effecten is echter wat minder fraai. Hierbij is te wijzen op belasting van het milieu, uitstoot van arbeid en inkoop van buitenlandse arbeid, overproductie en produkt-uniformiteit. Zo zijn kwaliteitsnormen voor appels gericht op de produktie van grote glimmende appels, terwijl het milieu blijvend wordt geschaad door allerlei persistente bestrijdingsmiddelen en middelen voor gewasontwikkeling. Het gaat dus niet alleen om normering ten behoeve van veiligheid en kwaliteit, maar wellicht in toenemende mate ook om beheersing van bredere maatschappelijke effecten. Bij het vaststellen van de agenda voor hierop gericht collectief onderzoek en ontwikkelingswerk staan overheid en private partijen gezamenlijk voor de opdracht een goede balans te vinden tussen economische en andere maatschappelijke doeleinden. In de slotbeschouwing - hoofdstuk 9 - wordt hier uitvoeriger op ingegaan.

Normering kan remmend werken op de ontwikkeling van produkt-trajecten. Een voorbeeld hiervan is de PTT- en mediawetgeving in de jaren zeventig, begin tachtig. Pas na aanzienlijke wetswijziging konden nieuwe kabeldiensten worden gerealiseerd, en daarop aangepaste toestellen op de markt verschijnen. Een ander voorbeeld betreft het receptuur-karakter van bouwbestekken die technologische vernieuwing soms tegenhouden door hun vaak gedetailleerde specificatie. Dit gesloten karakter beschermt belangen en afspraken in de bouwwereld. Door wat meer accent op het specificeren van functie-eisen en prestatienormen zou er ruimte komen voor creativiteit en vernieuwing, met een grotere vraag naar kennis als gevolg.

Normering versterkt vaak de economische en technologische status quo. Zo leiden stringenter kwaliteitseisen regelrecht tot verhoogde kapitaalinvesteringen. In latere fasen van technologische ontwikkeling geeft dat aanleiding tot verminderde flexibiliteit en minder mogelijkheden voor versneld afschrijving. Dat kan de aanloopfase van nieuwe processen en produkten nadelig beïnvloeden.

Deze omgevingsfactor vergt nog veel onderzoek. Hierbij kunnen vragen aan de orde komen als hoe standaards - nationaal en internationaal - sneller kunnen worden ontwikkeld en geïmplementeerd, hoe de te verwachten kosten en baten van standaardisatie tegen elkaar zijn af te wegen, en wat de positie van de overheid hierin zou kunnen zijn. Het lijkt in ieder geval noodzakelijk dit soort onderzoek te stimuleren.

2.4 Uitwerking van het analytische schema voor het wetenschaps- en technologiebeleid

Tot nu toe zijn de twee produktie-factoren kennis en kapitaal als gelijkwaardig behandeld. Dat is ook terecht omdat deze twee - te zamen met grondstoffen, energie en arbeid - de ingrediënten zijn waaruit produkten worden samengesteld. Nu de focus volledig wordt gericht op het wetenschaps- en technologiebeleid, kan er nog een vereenvoudiging in het analytische schema worden aangebracht; de vierde na de drie in paragraaf 2.3. Dat waren:

- de introductie van het begrip 'produkt-traject';

- de indeling van een produkt-traject in een viertal fasen;
- het onderscheiden van twee produktie-factoren en twee omgevingsfactoren.

Omdat in het wetenschaps- en technologiebeleid de kennisfactor centraal staat, zal deze factor - ter verdere vereenvoudiging - ook bij de verdere uitwerking van het analytische schema als hoofdthema van de systematiek centraal staan. De koppeling met de factor kapitaal is echter zo essentieel voor het functioneren van kennis in een produkt-traject, dat kennis en kapitaal hier in hun onderlinge samenhang worden gepresenteerd; zij het met de nadruk op de kennisfactor.

Op deze plaats is het nuttig het begrip 'kennis' - zoals aangekondigd - iets duidelijker te omschrijven. Nog even de metafoor van het traject doortrekend, zien wij dat kennis van belang is over de gehele lengte van elk produkt-traject. Van begin tot eind - in elke fase - treedt kennis een traject binnen in de vorm van dragers, waaronder rapporten, octrooien, machines, produkten, processen en diensten, of opgeleide mensen. Al deze kennis materialiseert in de produktie-fase tot marktgerede goederen en diensten. Vervolgens - en dat is essentieel - verlaat kennis de producent of gebruiker op twee duidelijk te onderscheiden wijzen. Ten eerste verlaat de kennis een producent of gebruiker rechtstreeks in de vorm van vraag naar nieuwe kennis. In die vraag is namelijk ervaringskennis van de producent of gebruiker opgenomen. Deze ervaringskennis is één van de bronnen voor de ontwikkeling van nieuwe kennis in onderzoeksinstellingen, die vervolgens weer aan produkt-trajecten kan worden aangeboden; bijvoorbeeld in de innovatie-fase of in de produktie-fase. Ten tweede verlaat kennis een producent wanneer een produkt of dienst wordt afgeleverd voor gebruik. Dat gebruik kan deel uitmaken van de produktie-fase van een ander traject. Zo worden freesbanken of chemische reactoren gebruikt als werktuigen voor de vervaardiging van goederen als verbrandingsmotoren en benzine. Staalplaten, assen of chips worden gebruikt als onderdelen in andere produkten. Vliegtuigen, schepen of medische instrumenten worden gebruikt voor de produktie van diensten: ton-kilometers of diensten van medische aard. Zo gebeurt het vaak, maar niet altijd. Consumptiegoederen als speelgoed, artikelen voor de vrije-tijdsmarkt, geneesmiddelen en voedsel worden gebruikt voor andere doelen dan de produktie van goederen en diensten.

De kennis blijft natuurlijk in het oorspronkelijke traject aanwezig, maar wordt tevens overgezet in een ander traject. Als bijvoorbeeld een nieuw ontwikkelde elektronisch gestuurde draaibank wordt geleverd aan een kogellagerfabriek, wordt daarmee kennis van elektronische sturingsmechanismen - onder meer in de vorm van bereikte nauwkeurigheid en reproducierbaarheid, alsook in de vorm van produktiekostendaling - toegevoegd aan een aantal kogellager-trajecten, die dan vervolgens in duizenden andere produkt-trajecten terecht zullen komen. De oorspronkelijke kennis kan zich zo via een aantal multipliers verspreiden in uiteenlopende zaken als balpennen, auto's en geschutskoepels. Die kennis is dan vaak niet meer als zodanig herkenbaar. Vooral wat in het algemeen het technologiebeleid wordt genoemd, houdt zich met dergelijke vormen van kennisdiffusie bezig.

'Kennis' is in dit schema niet alleen wetenschap of kunde in de gebruikelijke zin. Omdat hier ook goederen en diensten worden gezien als - zij het gematerialiseerde - kennis, heeft het zin onderscheid te maken tussen drie vormen waarin die kennis een produkt-traject bereikt (het *kennisaanbod*): onderzoekskenntnis: door onderzoek verkregen kennis. Dit onderzoek kan zijn verricht binnen de organisatie van de producenten - de innovatie-fase in een bedrijf - of door een externe kennisontwikkelaar, zoals een universiteit (vaak kennis van fundamentele aard, of basistechnologieën) of technologisch instituut die uit de exploratie-fase kennis toeleveren aan aanbieders van kennis zoals consultants en onderwijs, of rechtstreeks aan de innovatie-fase van een produkt-traject;

- diensten met een voor de produktie relevante kennisinhoud. Hierbij is te denken aan twee typen dienst. De eerste betreft externe professionele diensten die kennis - afkomstig van niet zelf verricht onderzoek - toevoegen aan de kennis van producenten: bijvoorbeeld consultancy door ingenieursbureaus. De tweede betreft het onderwijs, althans het produkt daarvan in de vorm van opgeleide mensen die op vele plaatsen een produkt-traject binnen stromen. Het onderwijs zelf wordt in dit analytische schema opgevat als een produkt-traject. Het heeft een innovatie-fase - de aanvoer van inhoudelijke door onderzoek of ervaring verkregen kennis en didactische kennis: er worden nieuwe leerstof en leerplannen ontwikkeld -, een produktie-fase waarin het onderwijs de aangevoerde kennis daadwerkelijk op mensen overbrengt, een gebruiksfase waarin mensen de verkregen kennis in een maatschappelijke omgeving - bijvoorbeeld de produktie-fase van een ander produkt-traject - toepassen, en een eindfase waarin eventueel herscholing of bijscholing kan plaatsvinden;

- goederen die door een producent aan zijn produkt-traject worden toegevoegd omdat hij de daarin opgeslagen kennis nodig heeft om zijn eigen produkt te kunnen voortbrengen. Hierbij is nog onderscheid te maken tussen intermediaire goederen - halffabrikaten bijvoorbeeld - en investeringsgoederen: goederen die zelf niet fysiek in het eindprodukt terecht komen. Het gaat hier duidelijk niet om deze goederen zelf maar om de daarin opgeslagen kennis. Dit is alleen een in analytische zin vol te houden onderscheiding tussen materiële en immateriële aspecten van goederen. In de praktijk betekent dit dat op deze categorie van kennisaanbod gericht beleid de vorm zal krijgen van goederengericht beleid. Met betrekking tot deze goederen is te denken aan vereenvoudiging van de verkrijgbaarheid van die goederen door concentratie van vestigingsplaatsen, voorlichting voor gebruikers of sneller en betrouwbaarder transport. Voor investeringsgoederen geldt hetzelfde. Bovendien zouden fiscale maatregelen de aanschaf en vervanging van investeringsgoederen met een hoogwaardige kennisinhoud kunnen vergemakkelijken.

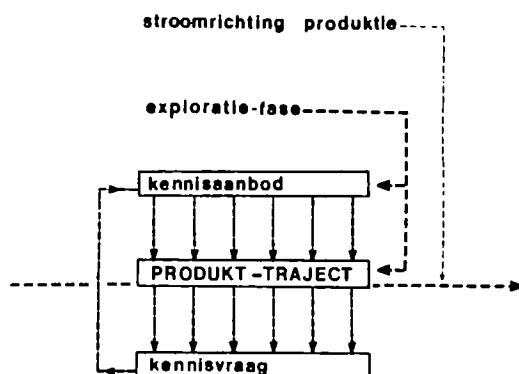
Uitwisseling van kennis in deze uitgebreide zin wordt hier voorgesteld als een complex circulatie-systeem. In dit circulatie-systeem wordt kennis aangeboden in de vorm van onderzoeksresultaten, diensten (consultancy en onderwijs) en goederen. Dit is het *kennisaanbod*. Van daaruit komt de kennis terecht bij producenten en gebruikers: het produkt-traject. Er is ook sprake van terugkoppeling waarin ervaringen in een produkt-traject - *ervaringskennis* - met de voortbrenging en het gebruik van produkten worden uitgewisseld met onderzoeksinstellingen, consultants en onderwijs,

en producenten van intermediaire goederen en investeringsgoederen. Deze ervaringskennis wordt via de inkleding van de *kennisvraag* door de kennisgebruiker aangeboden aan de instituties en bedrijven die het kennisaanbod verzorgen. De gebruikers trachten daarmee te bereiken dat het kennisaanbod zich aanpast aan hun wensen met betrekking tot de bruikbaarheid van die kennis in de produktie-fase of voor het gebruik van het desbetreffende produkt. Door deze terugkoppeling - die rechtstreeks voortkomt uit de produkt-trajecten, en die te maken heeft met wensen uit de produktie- en gebruiksfase of met voornemens van producenten voor het starten van nieuwe produkt-trajecten - ontstaan rond-lopende ketens van aan elkaar gekoppelde kennisvragen. Het gebruik van produkten bijvoorbeeld stelt direct eisen aan de produktie, en daarmee aan de kennis die in de innovatie-fase een traject wordt binnengeleid. Daar waar 'specialties' worden gebruikt - zoals die van de chemische industrie - is deze koppeling tussen gebruiker, producent en onderzoek van groot belang. Bij snelle veranderingen in de marktvraag naar bepaalde goederen of diensten speelt de intensiteit en snelheid van de terugkoppeling een grote rol.

In het nu volgende schema wordt dit circulatiepatroon weergegeven met betrekking tot het kennisaanbod en de kennisvraag. Tegenover het aanbod staat een in tegengestelde richting verlopende kennisvraag; wat niet wil zeggen dat in de praktijk vraag en aanbod ook werkelijk op elkaar aansluiten. Vaak is hier sprake van onvolledigheid: een onvolkomenheid in de kenniscirculatie.

Dit circulatiepatroon kent één invoer van buitenaf: de door onderzoek gegenereerde fundamentele kennis zoals die plaatsvindt op universiteiten en daarmee verwante instellingen van onderzoek: de exploratie-fase waarin gevraagd of ongevraagd nieuwe kennis wordt gegenereerd. In de praktijk gaat kennis binnen een bepaald produkt-traject soms verloren. Dat is geen probleem als die kennis elders behouden blijft. Het gebeurt echter ook dat die kennis uit de totale kenniscirculatie dreigt te verdwijnen. Dan kan de behoefte ontstaan om die kennis te behouden, zeker als op een later tijdstip condities kunnen optreden waaronder die kennis toch weer nuttig is. Veel verloren ambachtelijke produkt-kennis is hiervan een goed voorbeeld.

Figuur 2.3 Kennisverspreiding in de vorm van een circulatiepatroon



Voor een onderneming wordt deelname aan de kenniscirculatie steeds belangrijker. Het competitieve vermogen van een onderneming hangt meer en meer af van het vermogen om als kennisgebruiker tijdig de juiste en voldoende kennis te verkrijgen, te verwerken en in de samenleving af te zetten. De overheid heeft belang bij het beheren en stimuleren van de kenniscirculatie omdat het competitieve vermogen van het land daarvan afhankelijk is.

De beschouwing van de kenniscirculatie als een systeem waarin kennis, geïnjecteerd in produkt-trajecten, tot maatschappelijk effect komt, laat zien dat beleid gericht op een enkel punt weinig zin zal hebben. De loop van een rivier wordt zelden verbeterd door de bedding op één punt te verbreden, tenzij dat punt de enige vernauwing was. Hoe evident ook, toch toont het technologiebeleid in vele landen een ongelijke verdeling van aandacht over het patroon van kenniscirculatie⁹. Het wetenschaps- en technologiebeleid is in veel landen vooral gericht op onderzoek, kennisaanbod en de kennisverwerking. Stimulering van de vraag naar kennis - als sluitstuk in het circulatiepatroon van kennisverspreiding - is meestal minder krachtig ontwikkeld. Men ziet kennisverspreiding meestal als een beweging naar één kant: van onderzoek naar bedrijf. Maar kennisdiffusie is eerder een doorlopend proces. Het koppelt terug naar zijn oorsprong. Of liever: er is geen oorsprong of einde, maar een circulatie.

Effectieve vraag naar kennis vereist passende financiering. Kapitaal is onontbeerlijk voor het genereren van kennis, en voor de diffusie van die kennis in een traject en de terugkoppeling - via de kennisvraag - naar het aanbod van kennis. Een gezonde financiële basis bij producenten en gebruikers is van essentieel belang voor hun vraag naar kennis, de aanvoer van kennis en de uitstroom van door ervaringskennis gemoduleerde vraag naar nieuwe kennis; kortom voor de kenniscirculatie. De kapitaalstroom loopt gelijk met de richting van de vraag naar kennis: wie kennis vraagt, moet er voor betalen. Het kennisaanbod verloopt in gelijke richting met het produkt-traject, tegen de richting van de kapitaalstroom in. Een zeer belangrijke bron van de kapitaalstroom wordt gevormd door de verkoop van produkten op de overgang van de produktie-fase naar de gebruiksfase. Hier is zeer goed te zien hoe belangrijk een goede afzet van een produkt is voor de instandhouding van de kapitaaltoevoer naar een produkt-traject, en daarmee voor de continuïteit van de kenniscirculatie met betrekking tot het desbetreffende produkt-traject.

Elke fase van een traject - hier voorgesteld door een viertal stadia in de produktie en het gebruik, zie figuur 2.1 - vraagt kennistoever, met daaraan gekoppeld ook de benodigde financiering. Dit is een economisch moment van vraag en aanbod van kennis waarin - als de kennis aanwezig is - de prijs van die kennis en de prijs van het kapitaal medebepalen of een producent of gebruiker de gevraagde kennis kan aanschaffen. Hier wordt er vanuit gegaan dat producenten en gebruikers de prijs van kennis en kapitaal niet zelf kunnen bepalen.

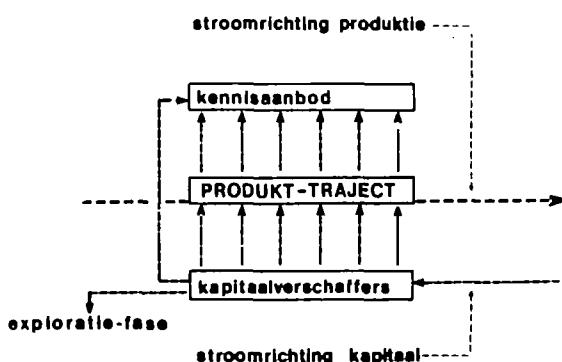
⁹] Roobek en Broesterhuizen, op. cit.

Kapitaal is natuurlijk niet alleen nodig voor de aanschaf van kennis, maar ook voor de inkoop van arbeid, grondstoffen en energie, alsmede voor de bestrijding van vaste kosten. Dat neemt echter niet weg dat kennis en kapitaal in dit schema toch worden voorgesteld als elkaars complement. Voor een analytisch schema ten behoeve van het wetenschaps- en technologiebeleid is het nuttig de gehele kenniscirculatie in beeld te brengen. Voor de kennisfactor is het evident dat het wetenschaps- en technologiebeleid zich met de bron van kennis bezighoudt - onderzoek en ontwikkeling - en met de verspreiding van die kennis. Voor de factor kapitaal is dat niet het geval, hoewel met betrekking tot het vraagstuk van de publiek-private financiering van sommige technologie-ontwikkelingen die bron er wel degelijk toe doet. De kapitaalcirculatie - alsmede de bronnen van kapitaal - zijn van belang voor zover het die delen van de circulatie betreft waarin de kapitaalcirculatie aansluit op de kenniscirculatie: de economische momenten van koop en verkoop van kennis. Kenniscirculatie en kapitaalcirculatie zijn dan aan elkaar gebonden, en wel in die zin dat het kennisaanbod een richting heeft die tegengesteld verloopt aan de stroomrichting van het kapitaal. De kapitaalstroom loopt gelijk aan de richting van de kennisvraag, met uitzondering van de kapitaalstroom naar het initiële aanbod: de exploratie-fase.

In het onderstaande figuur zijn drie duidelijke hoofdstromen van kapitaal onderscheiden:

- de financiering van onderzoek in de exploratie-fase: hierbij is te denken aan de financiering van universiteiten en de basisfinanciering van GTI's;
- de financiering van andere vormen van kennisaanbod, hierbij is vooral te denken aan het onderwijs en consultants, of de financiering van produktondersteuning door voorlichting;
- de financiering van de kennisvraag uit produkt-trajecten.

Figuur 2.4 Particulier beeld van de kapitaalcirculatie



De financiering van onderzoek, onderwijs, consultants, en van de kennisvraag uit produkt-trajecten vraagt elk een eigen behandeling. Enkele aspecten van de financiering van de kennisfactor komen in de hoofdstukken 4, 5 en 6 uitvoeriger aan de orde. Al op grond van deze schema's is het zichtbaar dat voor het wetenschaps- en technologiebeleid zaken als de hoogte van de vennootschapsbelasting of de fiscale aftrekbaarheid van

onderzoek, consultancy, en onderwijs, wel eens beleidsinstrumenten par excellance kunnen zijn. In de zelfde categorie valt stimulering van de aanschaf van hoogwaardige investeringsgoederen via fiscale maatregelen of door subsidiëring.

2.5 De plaats van de overheid

Op dit punt is het goed er op te wijzen dat de overheid, op enkele uitzonderingen na, de factor kennis niet zelf in de hand heeft; en zelf ook geen kennis produceert. Universiteiten en onderzoeksinstellingen ontwikkelen kennis, onderwijsinstellingen verspreiden kennis en leveren het human capital, en bedrijven gebruiken die kennis en verkopen die kennis weer - verpakt in hun produkten - aan andere produkt-trajecten en gebruikers. De overheid zorgt er wel voor dat universiteiten en grote technologische instituten (GTI's) kennis kunnen genereren of importeren; en wel zodanig dat die kennis kan worden aangeboden aan producenten en gebruikers in produkt-trajecten. Deze waarneming impliceert dat het wetenschaps- en technologiebeleid altijd loopt via de band van onderzoeks- en onderwijsinstellingen, consultants, producenten en gebruikers. Dat de overheid zelf kan optreden als onderzoeks-, onderwijsinstelling, producent of gebruiker doet hier niets aan af.

Om inzicht te krijgen in de betrokkenheid van de overheid bij het circulatiepatroon van kennisverspreiding, wordt hier de plaats van die kennis in het circulatiepatroon nog wat verder gesystematiseerd. Dit is de vijfde vereenvoudiging. In dit framework kan kennis op twee momenten worden agetroffen.

In de kenniscirculatie wordt kennis aan het produkt-traject aangeboden. De overheid kan zich hier in principe direct met het kennisaanbod inlaten. Beleid dienaangaande betreft:

- de zorg voor de acquisitie, ontwikkeling en bescherming van kennis - onderzoek en ontwikkeling - door universiteiten en grote technologische instituten;
- de zorg voor consultancy en onderwijs;
- verbetering van de verkrijbaarheid van kennisintensieve intermediaire goederen en investeringsgoederen.

In de kenniscirculatie wordt kennis door het produkt-traject gevraagd. Hier ligt de verantwoordelijkheid primair bij de gebruikers van kennis. Beleid dienaangaande betreft dan bijvoorbeeld stimulering van hun vraag naar kennis, verbetering van hun absorptiemogelijkheden voor nieuwe kennis, stimulering van de innovatie van voortbrengingsprocessen en produkten, en vergroting van hun vermogen om inventies en innovaties in de samenleving te introduceren. In de eindfase ligt de verantwoordelijkheid ook wel bij de overheid of bij instellingen als vuilverwerkingsbedrijven die min of meer tot het overheidsdomein kunnen behoren.

Deze onderscheidbare plaatsing van kennis in de kenniscirculatie geeft de twee modaliteiten van het wetenschaps- en technologiebeleid. Waar kennis aan een produkt-traject wordt aangeboden, kan de overheid de kenniscirculatie versterken door stimulering van dit aanbod; *aanbodscheppend beleid* te

noemen. Waar een produkt-traject kennis vraagt, kan de overheid de kenniscirculatie versterken door stimulering van die vraag; het *vraagscheppende beleid*. Van deze twee modaliteiten is in Nederland, maar ook in andere landen, het aanbodscheppende beleid tot nu toe veel gebruikt; vooral met betrekking tot het onderzoek en onderwijs.

2.5.1 Aanbodscheppend beleid

Het aanbodscheppende beleid is sterk in beweging. Multidisciplinariteit, interdisciplinariteit, technische complexiteit en ook veranderingen in maatschappelijke kennisbehoeften vragen om aanzienlijke aanpassing van institutionele en besturingsstructuren voor onderzoek en onderwijs. Hoe dat kan zonder modeloos schade toe te brengen aan belangrijke disciplinegewijze ontwikkelingen en allerlei culturele verworvenheden, blijkt momenteel een groot maatschappelijk vraagstuk te zijn.

De overheid heeft aanzienlijke verantwoordelijkheid voor onderzoeks- en onderwijsinstellingen, voor de regelgeving rond het onderwijs en onderzoek, en voor de financiering daarvan. Deze verantwoordelijkheden zijn op vier bestuurlijke niveaus terug te vinden: supra-nationale overheden, de nationale overheid, het onderwijs en research management, en het onderzoek en onderwijs. Tussen deze niveaus stroomt geld en informatie, vaak vastgelegd in wet- en regelgeving. De communicatie tussen deze niveaus is van grote betekenis voor kwaliteit en kwantiteit van het feitelijke kennisaanbod. De mate waarin en de snelheid waarmee beleidsdoelstellingen worden gerealiseerd, hangt onder meer af van de wijze waarop het beleid op de verschillende niveaus wordt geïnterpreteerd en uitgevoerd. Deze taak wordt moeilijker naarmate de gestelde eisen sneller veranderen.

Het aanbodscheppende beleid grijpt niet direct aan op de kennis zelf maar op de factor kapitaal en op de twee omgevingsfactoren van een traject: instituties en normering. Het gaat om de gehele reeks van kennisaanbieders en kennisgebruikers - inclusief hun normering - die er voor moet zorgen dat de twee circulatiesystemen van kennis en kapitaal zo samenwerken dat kennis een traject in stroomt, dat produktie plaatsvindt en dat vervolgens de produkten op de markt worden afgezet. Omdat deze factoren feitelijk hecht met de kenniscirculatie zijn verbonden, is het aanbodscheppende beleid - zoals in de praktijk ook blijkt - zeker effectief.

Onderzoek en ontwikkeling

Een belangrijk deel van de technisch-wetenschappelijke kennisgeneratie is wellicht terug te voeren op de ontwikkeling van fundamentele kennis en basistechnologieën. Deze spruit voort uit de wetenschappelijke nieuwsgierigheid van onderzoekers, en uit gevoelde maatschappelijke behoeften. De vrijheid van deze onderzoekers om hun nieuwsgierigheid als belangrijke leidraad te nemen, is een groot goed dat wij uit de Verlichting hebben overgehouden. Het is de basisdrijfveer van technisch-wetenschappelijke vooruitgang. Tegenover het aanbod van kennis staat niet per se een overeenkomstige vraag naar die kennis. De overheid heeft hier de delicate taak de wetenschappelijke vrijheid in stand te houden. Het is daarom goed verdedigbaar dat de overheid haar financiële middelen geconcentreerd houdt op onderzoek in fundamentele disciplines en basistechnologieën: de

exploratie-fase. Private partijen zullen hun verantwoordelijkheid behouden - en wellicht moeten vergroten - voor onderzoek en ontwikkeling van voortbrengingstechnologieën, gebruiktechnieken, en eindtechnieken. Hun verantwoordelijkheid hierin is een directe afgeleide van hun taak om tegen concurrerende prijzen maatschappelijk aanvaardbare produkten op de markt te brengen.

Sommige aspecten van kwaliteit, onderhoud, veiligheid, en houdbaarheid van de samenleving raken een zodanig collectief belang - onder meer de bescherming van zwakkere partijen en het individu - dat overheidsoptreden toch gewenst is. De overheid heeft hier een natuurlijke, beschermende positie met betrekking tot die kennis en technologieën die de mens rechtstreeks raken. De legitimatie voor het overheidsingrijpen is hier dat private partijen naar alle waarschijnlijkheid niet de mogelijkheid hebben, of de verantwoordelijkheid voelen, om gewenste ontwikkelingen en exploitaties tot stand te brengen.

Naarmate markteisen stijgen, kennis duurder wordt, en de technologie complexer, worden netwerken van partijen in onderzoek en industrie steeds belangrijker voor intensivering van de kennisuitwisseling en gezamenlijke kennisontwikkeling. Men kan hierbij denken aan het door het Directoraat-Generaal Industrie van de Europese Commissie geïntroduceerde begrip 'laboratory without walls'. Volgens dit concept bestaat een laboratorium uit een aantal centra die door een managementstructuur tot samenhang worden gebracht, zodat gezamenlijk een onderzoeks- of ontwikkelingsprogramma kan worden uitgevoerd. Dit betreft een nieuwe perceptie van organisatiestructuren, gekenmerkt door begrippen als co-development, co-research, co-management en co-policy. In de toekomst kan het begrip instituut hierdoor een ruimtelijk gespreid karakter krijgen.

In onderzoeksgebieden waar intense multidisciplinaire integratie gewenst is, waar combinatie van kostbare voorzieningen nodig is en waar de daaraan verbonden kosten zeer hoog zijn, kan echter fysieke concentratie nodig zijn van menskracht en middelen. Multidisciplinaire integratie is denkbaar binnen centra voor toponderzoek waaraan (para)universitaire instituten en hun omgeving - zoals TNO, andere grote technologische instituten, en onderzoeksinstellingen van bedrijven - hun medewerking verlenen. Deze centra richten zich op internationaal excellerend onderzoek, onder meer op het gebied van nationaal specifieke thema's. Zij spelen hierbij in op de behoeften van het bedrijfsleven en de samenleving. Het fundamentele onderzoek blijft waarschijnlijk verankerd in de (para)universitaire instellingen. Fundamentele kennis is immers noodzakelijk voor de innoverende activiteiten van TNO en GTI's, zonder welke zij hun concurrentiekracht moeilijk kunnen behouden of versterken. Basistechnologieën blijven eerder verankerd in samenwerkingsverbanden tussen technische universiteiten, GTI's en bedrijven. Een ernstig vraagstuk hierbij betreft de positionering van grote technologische instituten tussen universiteiten, ingenieursbureaus en bedrijven. Herpositionering kan nodig zijn opdat bestaande instituties - gezamenlijk en al of niet aangevuld met nieuwe - die kennis en technieken produceren die relevante produkt-trajecten vragen. In hoofdstuk 6 wordt hierop nader ingegaan. Het zal blijken dat ook hier filière-ordening - het

ordenen van reeksen van kennisproducenten en kennisgebruikers - en filiëre-vorming van belang zijn opdat een zichzelf onderhoudende kennisdif fusie tot stand kan komen. Afhankelijk van de ontwikkeling in de kennis zelf, en van maatschappelijke behoeften aan die kennis, zullen bestaande instituten veranderen of verdwijnen, en nieuwe worden opgezet. Het beleid ten aanzien van onderzoeksinstituten zal daarom - in overleg tussen overheid, instituten en kennisgebruikers - zeer dynamisch moeten zijn.

Kwaliteit en inhoud van de kenniscirculatie worden niet alleen bepaald door private partijen maar ook door de overheid. Het beleid dienaangaande betreft bijvoorbeeld operationele keuzen tussen eigen ontwikkeling van kennis of inkoop daarvan in de vorm van hoogwaardige goederen, diensten of mensen. De keuze tussen eigen ontwikkeling of inkoop hangt samen met het politieke vraagstuk of een land op een bepaald wetenschaps- of technologieerrein, of met een bepaald produkt, een leidende rol wil spelen of zich eerder opstelt als volger. Hierbij hoeven niet alleen economische doelen een rol te spelen. Ook andere maatschappelijke doelen kunnen doorslaggevend zijn. Hier is sprake van een public choice probleem: wie bepaalt welke produkt-trajecten bijzondere stimulering krijgen, en hoe financieringsstromen gaan verlopen. Dit vraagstuk kan niet worden opgelost door of binnen het wetenschaps- en technologiebeleid. Hier speelt onder meer het industriebeleid een grote rol, maar ook vele andere vormen van beleid, en uiteraard de politieke besluitvorming.

Consultancy en onderwijs

Een land kan in de technologieontwikkeling en bedrijvigheid slechts een betekenisvolle internationale rol spelen als daarvoor het noodzakelijke human capital beschikbaar is. Injectie van door personen gedragen kennis over de gehele lengte van elk produkt-traject is van toenemend belang voor het rendement van economische sectoren, en meer in het algemeen voor het concurrerend vermogen van een land. Tijdige exploitatie van nieuwe technologieën, opdat private partijen kunnen inspelen op kansen en bedreigingen op de wereldmarkt, vereist verbeterde circulatie van kennis buiten, binnen en tussen produkt-trajecten.

Dit vraagt om kwaliteitsverbetering, flexibilisering en strategievorming in het onderwijs. Het aanpassingsvermogen en de kwaliteit van het onderwijs moeten gelijke tred houden met veranderingen in de kennisvraag en met ontwikkelingen in de kennis zelf. Het onderwijs is cruciaal bij de circulatie van kennis in de samenleving, waaronder het producerende gedeelte. Het bedrijfsleven heeft hier duidelijk belangen en verantwoordelijkheden; maar zeer zeker ook de overheid. De overheid is de primair verantwoordelijke voor het aanbod van aan internationale maatstaven voldoend onderwijs omdat hier algemene belangen spelen bij de persoonlijke en sociaal-culturele vorming, en de beroepsvoorbereiding.

Onvoldoende investering in leerstof, leerplannen en inventaris, en in bijkondeling van docenten, remt het aanbod van kennis aan produkt-trajecten, en ook de doorstroming van kennis binnen trajecten. Er bestaat ook grote behoefte aan de invoer van ervaringskennis - afkomstig uit het gebruik van die kennis in het producerende bedrijfsleven - in het onderwijs. De reeds

lang oplopende kosten van het onderwijs hebben geleid tot een groeiende kloof tussen kwantiteit en kwaliteit van het onderwijsprodukt en de gestelde maatschappelijke eisen; waaronder die van het bedrijfsleven. Deze problematiek komt in hoofdstuk 5 aan de orde.

Universiteiten werken aan de ontwikkeling en overdracht van fundamentele kennis. Zij verrichten echter ook diensten - consultancy - op commerciële basis, in competitie met ingenieursbureaus en (semi-)overheidslaboratoria. Human capital en uitrusting voor lange-termijn gerichte en fundamentele kennisontwikkeling - de exploratie-fase - worden zo meer dan eens gebruikt voor korte-termijn gerichte ontwikkeling van toegepaste kennis. Dit houdt het gevaar in van minder aandacht voor horizon-verleggend onderzoek en minder tijd voor didactisch hoogwaardig onderwijs. Verlaging van kwaliteit en kwantiteit van het kennisaanbod kan dan tot opvallende onevenwichtigheden leiden. Zo heeft versterking van het kennisaanbod door subsidiëring van produkt- en procesinnovaties pas echt zin als het technische beroepsonderwijs en het hoger onderwijs kwalitatief hoogwaardig human capital kunnen blijven aanbieden. Verder heeft bedrijfsgerichte steun voor de ontwikkeling van nieuwe basistechnologie minder betekenis wanneer deze niet vergezeld gaat met vitalisering van toeleverings- en afnemende industrie, onderwijs en onderzoeksinstellingen.

Kijkend naar de veranderende maatschappelijke eisen ten aanzien van de technologie, en naar de evolutie in de kennis zelf, blijken institutionele patronen niet altijd te zijn meegegroeid in hun doorgankelijkheid voor de kenniscirculatie, en evenmin met het vermogen kennis over te dragen aan producenten en gebruikers rond produkt-trajecten. Kenniscirculatie vindt plaats tussen universiteiten, grote technologische instituten, ingenieursbureaus en consultants, en ondernemingen. De wijze waarop deze momenteel aan elkaar zijn gekoppeld, leidt soms tot onderlinge concurrentie in plaats van tot versterking of versoepeling van de circulatie. De multidisciplinaire koppeling tussen onderzoek en bedrijfsleven komt maar moeizaam tot stand. Het aanbodscheppende beleid zou gericht kunnen zijn op vermindering van onderlinge concurrentie tussen opeenvolgende fasen in de kenniscirculatie. Daarbij kan worden gezocht naar facilitering van longitudinale en laterale multidisciplinariteit in onderzoek, onderwijs, en bedrijfsleven.

Intermediaire goederen en investeringsgoederen

Intermediaire goederen en investeringsgoederen zijn niet alleen materieel van aard maar ze bevatten ook een kenniscomponent. De stimulering van het aanbod van deze goederen is tot nu toe geen duidelijk oogmerk van het wetenschaps- en technologiebeleid. In het perspectief van dit analytische schema zou filière-vorming rond produkt-trajecten een belangrijk aspect van aanbodscheppend beleid kunnen zijn. Het gaat dan om de keuze welke in Nederland aanwezige en belangrijk geachte produkt-trajecten via het aanbodscheppende beleid ondersteuning kunnen krijgen opdat daarop aansluitende produkt-trajecten een voor Nederland interessant rendement kunnen opleveren. Het gaat hier zeker niet uitsluitend om financiële ondersteuning. Ook het normerend beleid en vermindering of verwijdering van institutionele belemmeringen zijn hier aan de orde als voorwaarden om

de produktie-factoren kennis en kapitaal te gebruiken voor het verkrijgen van maatschappelijk nuttig effect.

Zowel bij de ontwikkeling van samenwerkingsverbanden die de grenzen van staten overschrijden, als bij verschuiving van zwaartepunten binnen filières van producenten en gebruikers, zou de overheid er op kunnen toezien dat bedrijven en onderzoeksinstellingen kunnen werken onder zodanige aanbodcondities van hoogwaardige intermediaire- en investeringsgoederen dat gewenste vormen van economische activiteit behouden blijven.

2.5.2 Vraagscheppend beleid

De praktijk in vele landen laat zien dat vraagscheppend beleid - het via overheidsinterventies stimuleren van de vraag naar kennis in de kenniscirculatie - aanzienlijke invloed heeft op de penetratie van kennis in een produkt-traject; en daarmee op het competitieve vermogen en de economische groei van een land¹⁰. Deze vorm van stimulering van de kenniscirculatie is een essentieel complement van het aanbodscheppende beleid. Vraagscheppend beleid bevordert de kansen voor snelle commercialisering van nieuwe applicaties. Deze beleidscategorie biedt de mogelijkheid om het aanbod van kennis goed te laten aansluiten aan de behoeften binnen produkt-trajecten, en om beschikbare nieuwe kennis snel een traject te laten binnenstromen.

Evenals het aanbodscheppende beleid is ook het vraagscheppende beleid goed inpasbaar in het analytische schema. De vraag naar kennis is - in termen van dit schema - uitsluitend afkomstig van *binnen* een produkt-traject. Die vraag is immers ergens voor bedoeld, en in dit stramien kan die bedoeling slechts een afgeleide zijn van het produkt waar het in een concreet geval om gaat. Elk beleid dat er op is gericht de uit een traject afkomstige vraag naar kennis te stimuleren, heet hier vraagscheppend beleid. Deze definiëring is ruimer dan gebruikelijk. Deze beleidscategorie nu kan worden ingedeeld in een drietal posities, afhankelijk van de bestuurlijke afstand tot de uit een traject afkomstige vraag. In dit framewerk wordt deze indeling gebruikt, omdat de bestuurlijke afstand beter inzicht geeft in de mogelijkheden van overheidsbeleid dan de drie categorieën waar het aanbodscheppende beleid betrekking op heeft. Bovendien levert een indeling van het vraagscheppende beleid in de gebruikte categorieën van het kennisaanbod vooral een spiegeling op van de vorige paragraaf; het gaat immers om dezelfde kennis, alleen van de andere kant af bezien.

De eerste positie

In de eerste positie stelt de overheid de vraag naar kennis zelf, of ze is er onmiddellijk bij betrokken. Vanuit haar verantwoordelijkheid voor vele sectoren van staatszorg kan ze de vraag naar kennis stimuleren door als gebruiker in een produkt-traject op te treden in zeer nauwe samenwerking met de producent, zoals in de grond-, water-, en wegenbouw. Ook de Rijksgebouwendienst, Defensie, en Openbare Nutsbedrijven vragen als grote en direct betrokken opdrachtgever om vernieuwing van kennis en technolo-

¹⁰] A. Roobek en E. Broesterhuijsen, op. cit.

gie. De overheid kan hier doelbewust invloed uitoefenen op de vraag naar kennis door haar eigen inkoopgedrag met betrekking tot kwaliteit of kwantiteit van produkten. Ze treedt dan op als 'leading edge customer'. Als gebruiker kan ze krachtig invloed uitoefenen op de vraag naar innoverende kennis door te vragen om een bepaald produkt met nog niet vertoonde specificaties of in nog niet gevraagde hoeveelheden. Veel spectaculaire opdrachten in de waterbouw werken zo, alsook veel defensie-opdrachten; in Nederland overigens lang niet zo sterk als in grote militaire mogendheden als de Verenigde Staten en Frankrijk. Binnen de gezondheidszorg is ditzelfde patroon zichtbaar. Deze positie krijgt grote betekenis wanneer de overheid eisen stelt vanuit het streven naar kwaliteit en doelmatigheid van het eigen functioneren. Wanneer de overheid hierbij inspeelt op ontwikkelingen in technologie en wetenschap - het kennisaanbod - is zonder veel machtsvertoon groot effect te bereiken. In dit verband heeft zorgvuldige beoordeling van aanbestedingsmechanismen en het aankoopbeleid van de overheid zeker nut.

Essentieel bij dit type vraagscheppend beleid is dat producenten de ruimte hebben om de kennisvraag van de gebruikende overheid in te brengen in het systeem van kenniscirculatie. Voor de overheid kan dat betekenen dat specificaties van gewenste produkten worden vervangen door specificaties van gewenste functies. Dat geldt vooral in zulke sectoren als de utiliteitsbouw, de grond-, water-, en wegenbouw, het transportwezen en de gezondheidszorg. Op zichzelf vergt de overgang van produktsspecificatie naar functiespecificatie de ontwikkeling van nieuwe kennis om functies te specificeren, en om te verifiëren of geleverde produkten aan gespecificeerde functie-eisen voldoen. Zo is het bijvoorbeeld eenvoudiger de aanleg van een weg met gegeven breedte en toegelaten asbelastingen uit te besteden, dan een weg te doen aanleggen die voldoet aan vooraf gespecificeerde eisen met betrekking tot vervoerscapaciteit en gemaximeerde onderhoudskosten per jaar. Het is minder moeilijk een bestek voor een gebouw te produceren dat tot op de baksteen en de spijker nauwkeurig het object definieert, dan de bouwer te vragen een gebouw te leveren dat aan eisen van capaciteit en capaciteitsverandering voldoet binnen gespecificeerde functie-eisen en exploitatiekosten. Om vanuit deze eerste positie een duidelijk effect te bereiken moet de vragende overheid over aanzienlijke eigen kennis beschikken.

De tweede positie

In de tweede positie stelt de overheid de vraag naar nieuwe kennis niet zelf, maar ze zorgt er voor dat die vraag wordt gesteld door de gebruikers binnen zo'n traject. Deze positie bestaat hieruit dat de overheid er voor zorgt dat de marktvraag van gebruikers naar bepaalde produkten toeneemt, afneemt of verandert. Het gaat dan om de beïnvloeding van de vraag naar deze produkten. Consumentenvoorlichting valt hieronder maar ook stimulering van milieubewustheid, bijvoorbeeld de verspreiding van kennis over milieu-onvriendelijke stoffen als PVC in verpakkingsmateriaal of bepaalde drijfgassen in spuitbussen. Verder is te denken aan preventieve geneeskunde die is gericht op verandering van eetgewoonten, en aan stimulering van openbaar vervoer. Uit de studies van Porter en het rapport van TNO met betrekking tot de toepassing van deze studies op de Nederlandse situatie

blijkt de betekenis van kritische en veeleisende gebruikers van goederen en diensten voor de ontwikkeling van competitieve industriesectoren¹¹. Stimulering van de vraag naar kwalitatief hoogwaardige produkten die voldoen aan strenge eisen op het gebied van prestaties, betrouwbaarheid, veiligheid en milieu-effect is daarom van groot belang voor het aantrekken van kennisontwikkeling en -ontplooiing.

Het gangbare spraakgebruik brengt deze beleidsvorm niet snel in verband met het wetenschaps- en technologiebeleid. De invloed van de vraag naar produkten op de vraag naar kennis is echter onmiskenbaar. Het milieubeleid biedt hier een goed voorbeeld. In de komende decennia zal dit beleid in hoofdzaak gericht zijn op herstel van opgelopen schade en preventie van nieuwe schade. Het zou gunstig zijn als het werd gedragen door een maatschappelijk besef van de eindigheid van bronnen en ruimten. Het gaat niet alleen om nieuwe technologieën voor bodemsanering, bescherming van water of atmosfeer, preventie van schadelijke resten en recyclisatie van grondstoffen. Het gaat ook om verandering van institutioneel en individueel gedrag. Intensieve voorlichting, contracten met private partijen, onderwijs en waar nodig ook stringente regulering kunnen bijdragen aan een zodanige ombuiging van de cultuur dat vraag ontstaat naar processen en produkten die biologisch en geofysisch stroken met de wereld waarin wij leven.

De derde positie

In de derde positie van het vraagscheppende beleid gaat het niet langer om de vraag naar een produkt, maar om de condities waaronder dat produkt kan worden voortgebracht en gebruikt; en wel slechts die condities die de vraag naar kennis beïnvloeden. Deze verzameling is veel beperkter dan de verzameling van alle condities die een produkt-traject beïnvloeden. Raakvlakken met bijvoorbeeld industriebeleid, vestigingsplaatsbeleid, ruimtelijke ordening, loonvorming, vrouwen-emancipatie en sociale zekerheid zijn hier zichtbaar. Alle maatschappelijke condities die in feite van belang zijn, worden hier echter beperkt tot één produktie-factor en twee omgevingsfactoren van produkt-trajecten, en dan nog slechts voor zover zij invloed hebben op 'kennis': het primaire onderwerp van wetenschaps- en technologiebeleid. Het vraagscheppende beleid heeft hier drie duidelijke aspecten die samenhangen met de beïnvloedende factoren: kapitaalvoorziening, instituties en normering. Van primair belang is hier de stimulering van bedrijven in het aantrekken en verwerken van kennis door financiering of subsidiëring van overheidszijde. Terecht is een groot deel van de budgettaire inspanningen van het huidige technologiebeleid hier op gericht. In hoofdstuk 4 komen enige vraagstukken rond de kapitaalvoorziening aan de orde. Het zal blijken dat er in de kapitaalcirculatie een groeiende vraag bestaat naar 'patient capital': lange-termijn hoog-risicodragend kapitaal.

De toenemende inspanning die nodig is voor ontwikkeling en exploitatie van nieuwe complexe technologieën, en de internationalisering van industrie en markt, leiden ertoe dat beleidontwikkeling steeds meer op internationale

¹¹] D. Jacobs, P. Boekholt en W. Zegveld, De economische kracht van Nederland; 's-Gravenhage, SMO, 1990.

schaal zal geschieden. Handhaving en behartiging van de eigen belangen vereisen daarom versterking van de Nederlandse onderhandelingspositie. Deze kan slechts tot stand komen als de afstand tussen overheid, wetgever, producenten, gebruikers en de institutionele omgeving afneemt, en het inzicht van de overheid in de produktie- en omgevingsfactoren toeneemt.

In de industrie kan netwerkvorming tussen produkt-trajecten worden ondersteund; wellicht in de vorm van een 'Industry without walls'. Bij dergelijke industriële allianties gaat het om kennisoverdrachtrelaties binnen en tussen produkt-trajecten: van produktie-eenheden naar leveranciers van componenten en diensten, naar eindassemblageproducenten, en naar afnemers/gebruikers. Omdat kleinere bedrijven hier voor vaak over onvoldoende interne capaciteit beschikken, kan hier stagnatie ontstaan bij het opnemen en exploiteren van nieuwe kennis. In verband met de ontwikkeling en diffusie van technologie is het dan ook belangrijk om het ontstaan en handhaven van grote en middelgrote bedrijven te stimuleren. Deze zijn in staat zorg te dragen voor absorptie en overdracht van nieuwe technologieën naar kleine ondernemingen; waaronder zich hun toeleveranciers en afnemers bevinden. Als een soort kennispomp kunnen grote en middelgrote bedrijven zo een brug slaan tussen onderzoeksinstituten en kleinere bedrijven. De overheid kan ook helpen bij het creëren van een produkt-traject doordat zij de mogelijkheden van een bepaald produkt demonstreert; bijvoorbeeld aan de hand van pilot-projecten of proeffabrieken. Te denken is hier aan proefboerderijen in de landbouw, of de ontwikkeling van mestverwerkingsfabrieken.

Een duidelijke vorm van vraagscheppend beleid schuilt in de bijzondere overheidsverantwoordelijkheid voor de normering van wetenschap en technologie. Het gaat daarbij onder meer om voorwaarden voor maatschappelijk verkeer en de beïnvloeding van maatschappelijke, ruimtelijke, sociaal-economische en ecologische veranderingsprocessen. Deze normen - emissienormen bijvoorbeeld - beïnvloeden de vraag naar kennis, zeker als zij zijn gegeven vanuit een prospectief oogpunt. Dit geldt voor bedrijven en instellingen, voor koepels in het onderzoekbestel en branche-organisaties, en voor nationale en internationale wetenschaps- en technologienetwerken. Normering - gericht op bepaalde produkt-trajecten en medebepaald door de wens een kennisvraag op te wekken - kan uiteindelijk alleen tot stand komen in overleg tussen overheden en private partijen, alsmede hun internationale koepels. De overheid kan verder ook gebruik maken van haar ordenende mogelijkheden om marktstructuren te creëren die tot inventies leiden, en waarbinnen inventies vruchtbaar gemaakt kunnen worden.

Waar het aanbodscheppende beleid disjunct is van de vraag naar kennis, is er sprake van een zekere onbalans tussen vraag en aanbod van kennis. Dan is de terugkoppeling van ervaringskennis naar het kennisaanbod ook moeilijk te structureren. Die onbalans kan nog in de hand worden gewerkt door de natuurlijke veelvormigheid van de vraag. Dit alles leidt tot minder maatschappelijk resultaat van beschikbare nieuwe technologieën dan mogelijk zou zijn, tot sub-optimale ontwikkeling van kennisgebieden, en ook tot ongewenste en onverwachte effecten van de diffusie en exploitatie van kennis. Ongewenste effecten ontstaan vaak doordat de gevolgen van groot-

schalige exploitatie van nieuwe technologieën vooraf onvoldoende kunnen worden voorzien, of doordat waarschuwingen voor die gevolgen slechts moeizaam doordringen. Aandacht van overheidszijde voor deze terugkopplingsproblematiek - als vorm van vraagscheppend beleid - is zeker gewenst.

De betekenis van het vraagscheppende beleid in de derde positie is daarin gelegen dat de verantwoordelijke partijen er zorg voor dragen dat juist die kennis wordt ontwikkeld die in produkt-trajecten nodig is. Naarmate doelstellingen dichter bij de produktie-fase van een produkt-traject liggen, verschuift de verantwoordelijkheid van de overheid naar de producent of gebruiker, tenzij bredere belangen niet toereikend gediend worden, of doordat producenten en gebruikers zelf niet in beweging komen of kunnen komen.

Uit deze beschouwing over de drie overheidsposities in het vraagscheppende beleid komt een wezenlijk nieuw element in het wetenschaps- en technologiebeleid naar voren. Voor deze posities is meer aandacht gewenst voor de gebruiksfase in produkt-trajecten. Voor de eerste positie is het van belang dat de overheid als vrager de toepasbaarheid van de gevraagde produkten kan gebruiken als een van de richtinggevende motieven bij het optreden als 'leading edge customer'. In de tweede positie is gebruiksgericht onderzoek van belang voor voorlichting aan de gebruiker en voor verwetenschappelijke ontwikkeling van zijn aan de producent te stellen vraag met betrekking tot de kwaliteit van het desbetreffende produkt. In de derde positie is gebruiksgericht onderzoek gewenst om bijvoorbeeld de normering - als factor in de vraagschepping - in goede banen te kunnen leiden. Ook is het dan zichtbaar of in de gebruiksfase behoeft bestaat aan nieuwe ondersteunende structuren. Daarvan geeft hoofdstuk 7, dat gaat over de micro-elektronica, een zeer duidelijk voorbeeld. Ook de inhoudelijke positie van grote technologische instituten - GTI's - kan door gebruiksgericht onderzoek mede richting worden gegeven. Technisch-wetenschappelijk onderzoek, gericht op de gebruiksfase van produkt-trajecten, kan zo leiden tot krachtige ontwikkeling van multidisciplinaire technologie-gebieden als onderhoudstechnologie, revisie-technologie, kwaliteit- en houdbaarheidonderzoek. Het onderzoeksbestel kan daar op worden gericht; onder meer door intensivering van de communicatie tussen gebruikers, onderzoekers, ontwikkelaars en producenten. Voor de financiering is te denken aan verschuiving van investeringen van aanbod-gericht onderzoek naar onderzoek van gebruiksprocessen.

2.6 De aansluiting met de economische theorie¹²

De hier ontwikkelde systematiek is een operationalisering van de zogeheten evolutionaire economische theorie. De grondgedachte van deze theorie is dat technologische ontwikkeling een maatschappelijk proces is waarin verschillende niet-economische factoren een rol spelen. Deze theorie onderstreept de betekenis van netwerken van belanghebbenden in de wetenschappelijke en technologische ontwikkeling.

Om het wetenschaps- en technologiebeleid theoretisch te onderbouwen, gebruikt men meestal de neo-klassieke welvaartstheorie. Deze heeft echter als bezwaar dat de technologie en de veranderingen daarin als exogene variabelen worden beschouwd. Niettemin is deze theorie zeker nuttig om beleid ten aanzien van onvolkomenheden in de kennismarkt van een theoretische basis te voorzien. 'Kennis' is in de neo-klassieke theorie immers een quasi-collectief goed, waarvoor markt-imperfecties zijn aan te wijzen¹³.

Tot voor kort besteedde de economische theorie opmerkelijk weinig aandacht aan het proces van ontwikkeling en exploitatie van wetenschap en technologie, hoewel het belang daarvan wel werd onderkend¹⁴. De opvatting dat ongestoord werkende markten ook voor de technologische ontwikkeling de meest wenselijke resultaten op zou leveren, nam in zekere zin de prikkel weg om na te gaan hoe die ontwikkeling nu precies tot stand komt, wat de determinanten zijn, en welke rol de overheid zou kunnen spelen bij de ontwikkeling van kennis en bij de benutting daarvan voor het bereiken van gewenste maatschappelijke effecten.

Ook Schumpeter kon deze afzijdigheid niet echt doorbreken. Zijn opvatting dat juist marktperfecties bevorderlijk zouden zijn voor technologische ontwikkeling, dat economische ontwikkeling wordt gekenmerkt door onevenwichtigheden als gevolg van technologische doorbraken en dat die doorbraken verantwoordelijk zijn voor het bestaan van langere periodes van economische op- en neergang, kwam niet of nauwelijks aan bod. De neo-klassieke gedachtengang bleef overheersend en daarmee ook de veronachting van het maatschappelijke proces van technologie-ontwikkeling en exploitatie als motor van de economische groei en als objectsytem voor beïnvloeding door de overheid.

¹²] Bij de samenstelling van deze paragraaf is dankbaar gebruik gemaakt van inzichten van en aanvullingen door C.W.A.M. van Paridon.

¹³] J.W.A. van Dijk en N. van Hulst, 'Grondslagen van het technologiebeleid'; in: Technologie en economie: licht op een black box?; onder redactie van W.C.L. Zegveld en J.W.A. van Dijk, Assen/Maastricht, Van Gorcum, 1989, blz. 265.

¹⁴] Hoe groot de onbekendheid van economen met de technologie ook heden ten dage nog wordt ingeschat, moge blijken uit de titel van het boek van N. Rosenberg, Inside the Black Box, Technology and Economics; Cambridge, Cambridge University Press, 1982.

Uitgangspunt van de neo-klassieke theorie is volkomen concurrentie. Een dergelijke situatie bestaat als aan zes voorwaarden is voldaan¹⁵. Is dat niet het geval, en er zijn tal van aanwijzingen dat dit voor het produkt 'kennis' geldt, dan is er sprake van marktfalen. Als kan worden aangegeven dat de maatschappelijke baten van overheidsinterventie groter zijn dan de lasten, kan de overheid trachten door interventie dat marktfalen zo goed mogelijk op te heffen¹⁶. Op basis van dit marktfalen geeft de theorie aan dat, voor het produkt 'kennis', enigerlei vorm van overheidsinterventie op de markt zinvol is.

Hier kan nog een ander element aan worden toegevoegd, afkomstig uit de nieuwe internationale handelstheorie. In deze theorie ligt sterk de nadruk op imperfecte concurrentie en strategisch gedrag, ook van de kant van de overheid¹⁷. Bij het produkt 'kennis' is sprake van schaaleffecten. Enerzijds gaat het daarbij om statische schaaleffecten: het gegeven dat de ontwikkelingskosten voor bepaalde produkten dermate hoog zijn dat alleen grote ondernemingen of ondernemingen met een gegarandeerde minimum afzet zonder steun hiervoor in aanmerking kunnen komen. Kleinere ondernemingen, maar ook ondernemingen in landen met een kleine thuismarkt, kunnen hier gemakkelijk de dupe van worden. Naast subsidies ligt hier samenwerking tussen bedrijven, ook over de landsgrens, voor de hand.

Anderzijds betreft het dynamische schaaleffecten: het gegeven dat er, vooral bij de technologisch meer geavanceerde produkten, sprake is van een samenhang tussen produktie-omvang, dalende R&D kosten per eenheid produkt, dalende prijzen en daardoor verbeterde afzetmogelijkheden, waardoor die ondernemingen die als eerste hun produktie-apparaat hebben georganiseerd hierbij een belangrijke voorsprong kunnen verwerven op hun concurrenten. Als de overheid via het eigen aankoopbeleid of door over-

¹⁵] B. Dankbaar, Th. van Dijk, L. Soete en B. Verhagen, Technologie en wetenschapsbeleid in veranderende economische theorievorming; MERIT, WRR, Maastricht, 1991, blz. 5.

Er heerst perfecte concurrentie op een markt als:

- er veel aanvragers en aanbieders zijn, zodat een individuele vrager of aanbieder geen invloed heeft op de prijs;
- een homogeen goed verhandeld wordt;
- bedrijven zich winstmaximaliserend gedragen;
- er vrije toe- en uitvoering is;
- er geen vorm van overheidsregulering is;
- marktpartijen over alle informatie beschikken die ze relevant vinden.

Indien op alle markten volkomen mededinging heerst, leidt dit tot evenwichten op alle markten en evenwicht in de gehele economie. Een belangrijke eigenschap van dit evenwicht is dat theoretisch aangetoond kan worden, dat de sociale welvaart er (Pareto) optimaal is.

¹⁶] Zie voor een dergelijke argumentatie J.W.A. van Dijk en N. van Hulst (1988), Grondslagen van het technologiebeleid; Ministerie van Economische Zaken, Beleidsstudies Technologie Economie 1, 's-Gravenhage.

¹⁷] Zie voor een besprekking van deze nieuwe handelstheoretische inzichten, in relatie ook tot de traditionele handelstheorie J. Kol en L.B.M. Mennes, 'Moderne handelstheorieën en implicaties voor de handelspolitiek'; in: C.J. van Eljk e.a., Export, Peraadviezen 1989 voor de Koninklijke Vereniging voor de Staathuishoudkunde; Leiden, Stenfert Kroese.

bruggingssubsidies ondernemingen in staat stelt hier vroegtijdig op in te spelen, dan kan zij een belangrijke bijdrage leveren aan de concurrentiekracht van ondernemingen.

Er bestaat twijfel of de achter het concept van 'marktfalen' liggende veronderstellingen wel zo realistisch zijn¹⁸. Deze bezwaren richten zich op het evenwichtsconcept, het korte termijn perspectief, de realiteitswaarde van volledige mededinging en de gerichtheid op de onderneming. MERIT is daarnaast van oordeel dat de Nederlandse overheid aan andere instituties die de technologische ontwikkeling beïnvloeden - zoals universiteiten, gti's en andere onderzoekinstellingen - minder aandacht besteedt dan gewenst lijkt¹⁹.

Om deze redenen zijn in de loop des tijds opvattingen ontwikkeld over het proces van technologische ontwikkeling en over de rol van de overheid daarin. Deze visies zijn niet zelden terug te voeren op de ideeën van Schumpeter. In die opvatting wordt meer aandacht besteed aan structurele onevenwichtigheden en onzekerheden. Deze ontwikkeling heeft geleid tot een evolutionaire theorie betreffende de interactie tussen technologie en economie. Uitgangspunt hier is een aantal gestileerde kenmerken van technologische vooruitgang:

- technologische vooruitgang is een zoekproces, inclusief onverwachte doorbraken en ongedachte effecten;
- wetenschap en technologie zijn toenemend met elkaar verbonden;
- innovaties worden meer en meer door instituten of bedrijven ontwikkeld;
- kennis wordt vaak in de dagelijkse praktijk opgedaan door 'learning by doing' en 'learning by using', en;
- technologische ontwikkeling is een cumulatief proces.

In deze theorie ligt de nadruk op niet-evenwichtsgedrag en aanpassingsprocessen. Technologische ontwikkeling wordt verondersteld plaats te vinden dankzij creativiteit en niet-optimaal gedrag van maatschappelijke actoren. Conformiteit vermindert juist die creativiteit. Daarnaast staan dynamische leereffecten centraal. Technologische ontwikkelingsprocessen blijken eerder het resultaat te zijn van kleine toevalligheden en niet-optimaal gedrag dan van verantwoorde lange termijn keuzes. Men stelt daarbij dat resultaten van economisch-historische analyse nauw bij deze opvatting aansluiten²⁰.

Waar het gaat om de beleidsimplicaties, ligt in de evolutionaire theorie het accent op het scheppen van zodanige voorwaarden dat technologische ontwikkelingen in de totale sociaal-economische ontwikkeling worden

¹⁸] Zie voor een beschrijving van deze kritiek: B. Dankbaar, Th. van Dijk, L. Soete en B. Verhagen, op. cit.

¹⁹] B. Dankbaar, Th. van Dijk, L. Soete en B. Verhagen, op. cit., blz. 37 en 38.

²⁰] N. Rosenberg, op. cit. en de hierin weergegeven beschrijvingen van Landes, Bloch en David. Zie ook A.H.M. de Jong en C.W.A.M. van Paridon, De economische geschiedenis van West-Europa in vogelvlucht; een speurtocht naar groeiбepalende factoren; CPB Onderzoeks memorandum no. 55.

geïntegreerd. De theorie veronderstelt dat markten niet automatisch het meest optimale resultaat leveren, terwijl er naast markten ook andere mechanismen bestaan om dergelijke veranderingen te realiseren. Dit doet recht aan de opvatting dat technologische ontwikkeling een maatschappelijk proces is, waarin verschillende niet-economische factoren een belangrijke rol spelen. De overheid moet deze meewegen in het ontwerpproces van het wetenschaps- en technologiebeleid. Verder gaat het om de betekenis van netwerken, alsmede om aanbevelingen voor beleid ten aanzien van onderzoek, ontwikkeling en 'technology assessment' in brede zin. Het gaat om het ontwikkelen van voorwaarden waaronder de maatschappelijke inbedding van technologie-ontwikkeling en technologie-exploitatie beter tot zijn recht komt.

Een recente studie van OTA, gericht op structurele veranderingen in de Amerikaanse economie ten gevolge van de gecombineerde inwerkingen van nieuwe technologieën op de samenleving, verloopt langs dezelfde lijnen²¹. Deze studie geeft inzichtelijk en gedetailleerd weer hoe niet alleen veranderende produktiepatronen, maar juist ook veranderende consumptiepatronen in elkaar grijpen. De combinatie van private en publieke bestedingen - bijvoorbeeld op het gebied van gezondheid of milieuvoorzieningen - en de complexe formele en informele regels die bestedingsbeslissingen sturen, vormen een consumptiepatroon dat aansluit op het produktiepatroon van de gevraagde goederen en diensten. Deze economische netwerken van kennisontwikkelaars, producenten en eindgebruikers nemen toe in omvang en complexiteit. Nieuwe technologieën vergroten verder de interdependentie tussen producenten en gebruikers. De ingrijpende veranderingen in deze netwerken en de snelheid waarmee deze plaatsvinden vergen volgens deze studie een nieuwe beleidsvisie voor het stimuleren van economische groei en voor het verzachten van de gevolgen van noodzakelijke aanpassingen van het sociaal-economische en culturele bestel.

L. Soete merkt hierover op dat in deze theoretische benadering vooral de rol van de overheid van belang is in het scheppen van de geschikte randvoorwaarden waarbinnen het dynamische proces van technologische ontwikkeling zich voltrekt: 'Technologische ontwikkeling [...] is immers in de hier voorgestelde benadering geen 'exogeen' gegeven, opgelegd van buitenuit door wetenschappers en technologen, maar een 'endogeen' proces, geïntegreerd in en bepaald door het maatschappelijke kader. De maatschappelijke integratie van technologie is niet louter economisch: de economische haalbaarheid van een nieuw proces of een nieuw produkt is wel van doorslaggevende aard in de verdere ontwikkeling en het eventueel op de markt brengen van technologische vernieuwing - precies wanneer deze regel niet gevuld wordt, komt men tot de gekende technologie prestige-projecten. Het is echter ook de maatschappelijke, ethische en sociale context die de

²¹] 'Technology and the American Transition: Choices for the Future'; U.S. Congress, Office of Technology Assessment. U.S. Gov. Printing Office, Washington D.C., 1988. In: Technological Forecasting and Social Change, 36, 1989.

randvoorwaarden stelt waarbinnen technologische vernieuwing aangepast, zelfs geselecteerd zal worden' ²².

De hier gepresenteerde systematiek is een beleidsgerichte uitwerking van deze evolutionaire theorie ²³. De betekenis van deze theorie is hier beschreven met behulp van vele praktische voorbeelden. De beleidsmatige aanvatbaarheid van netwerken van belanghebbenden in de wetenschappelijke en technologische ontwikkeling wordt in de komende hoofdstukken krachtig gedemonstreerd. Het zal niet verbazen dat ook 'public choice' problemen - wie krijgt wat, tegen welke prijs en hoe - in alle hoofdstukken van deze voorstudie duidelijk zichtbaar worden.

²²] L. Soete, 'Technologie en economie: "dead ends en new departures"'; in: W.C.L. Zegveld en J.W.A. van Dijk, op. cit., blz. 42.

²³] B. Dankbaar, Th. van Dijk, L. Soete en B. Verspagen, op. cit., hoofdstukken 4 en 5.

3.1 Het perspectief voor beleid en management

Volgens het analytische schema zou het wetenschaps- en technologiebeleid zich moeten richten op verbetering en versterking van de kenniscirculatie rond en door produkt-trajecten. De circulatie rond en door een produkt-traject zou aan kracht winnen als departementen de daarvoor relevante interventies met elkaar in overeenstemming zouden brengen. De kenniscirculatie rond een traject is echter niet uitsluitend het terrein van de overheid. Er zijn ook andere participanten zoals producenten, gebruikers, werkgevers, werknemers, consumenten, onderzoek en onderwijs. Concreet vindt kenniscirculatie plaats door formele en informele communicatie via produkten, diensten, ideeën en mensen.

Dit hoofdstuk concentreert zich vooral op de producent en zijn positie in de kenniscirculatie. Deze circulatie is van toenemend belang voor de bedrijfsvoering omdat kennis een ingrijpende factor wordt in het genereren van toegevoegde waarde. Gebruikmakend van de analytische concepten uit hoofdstuk 2 geeft dit hoofdstuk aan wat de invloed daarvan is op de taken en verantwoordelijkheden van het bedrijfsmanagement en de werkvloer. Hoewel dit hoofdstuk vooral gaat over de produktie van tastbare goederen en diensten, gelden de beschouwingen ook voor onderwijs- en onderzoeksinstellingen. De veronderstelling is dat de economische kracht van een traject, of liever van een bundel samenhangende trajecten, zoals een economische sector, toeneemt naar mate de intensiteit van de kenniscirculatie groeit. Op deze samenhang berust waarschijnlijk ook de betekenis van clustervorming voor het concurrentievermogen van regionale industrie-netwerken²⁴.

Bij de term 'kennisintensiteit' zijn twee kanttekeningen te plaatsen. De eerste is dat de intensiteitswaarde op verschillende manieren meetbaar is. Te denken is aan de verhouding tussen investeringen en omzet, aan de benodigde scholing voor een bepaalde produktie, of aan de kwaliteit van het geschoold personeel in een bedrijf. De tweede kanttekening is dat deze term te absoluut en eenzijdig is om hem ongecensureerd te gebruiken voor wetenschappelijk onderzoek naar het technologiebeleid of voor de formulering van het wetenschaps- en technologiebeleid. Er is inderdaad verschil in kennisintensiteit tussen bedrijfstakken, zoals tussen fijnchemie en bouwmaterialen. Evenzo zijn er grote verschillen tussen de kennisintensiteiten van produkten, zoals tussen gedigitaliseerde telefooncentrales en kunstmest. Geen van deze verschillen is echter als zodanig geschikt om er wetenschaps- en technologiebeleid op af te stemmen.

Er is een nauwkeuriger en meer beleidsrelevante toepassing van het begrip 'kennisintensiteit' te bereiken als ook het dynamische aspect van de gevoeligheid meespeelt. Voor het beleid is het daarom nuttig ook te letten op de

²⁴] M.E. Porter, 'The competitive advantage of nations', Harvard Business Review, march-april 1990, blz.73-93.

gevoeligheid van een produkt-traject of een bundel trajecten voor intensivering van de kenniscirculatie. Bij het begrip 'gevoeligheid' is te denken aan het effect van investeringen in onderzoek en technologische ontwikkeling op de economische prestatie van bijvoorbeeld een economische sector. Het is heel goed mogelijk dat een weinig kennisintensieve bedrijfstak als de bouwmaterialenindustrie bij nadere analyse gevoelig is voor kennisintensivering. In zo'n geval kan ondersteuning van het onderzoeks- en ontwikkelingswerk een efficiëntere besteding van publieke middelen opleveren dan steun aan een bedrijfstak waarin veel meer kennis omgaat. Daarom zijn ambachtelijke transportdiensten niet per definitie minder interessant voor kennisontwikkeling dan digitale telefooncentrales of megachips, al ontberen zij de glamour van de 'high tech'. Door te letten op de economische gevoeligheid van produkt-trajecten voor wetenschappelijke en technologische vernieuwingen krijgt het begrip 'kennisintensiteit' meer dynamiek en beleidsrelevantie.

De producent zet kennis, kapitaal, energie en grondstoffen om in marktgerede produkten. Hij doet dat vooral in de innovatie-fase en de produktiefase. Dan krijgt het produkt vorm, daarna wordt het gebruikt. Het verandert niet meer wezenlijk. De producent gebruikt onderzoekskenis, kennisdiensten en kennisintensieve intermediaire- en investeringsgoederen. Deze diensten en goederen bevinden zich in hun gebruiksfase, maar bij de producent staan zij ten dienste van produktie-processen en van produkten in de produktie-fase. De eindgebruiker komt op indirekte wijze aan de orde doordat er in het analytische schema sprake is van terugkoppelingsmechanismen tussen de vier hoofdfasen van een produkt-traject. De eindgebruiker stelt eisen aan de kwaliteit van het gekochte produkt, en daarmee aan de produktie-fase en zelfs aan de innovatie-fase.

De fasen zijn van elkaar afhankelijk, wat betekent dat de financiering van de innovatie-fase uiteindelijk berust op een goed functionerende gebruiksfase. Is dat niet het geval of duurt het te lang voordat de gebruiksfase zijn volle wasdom bereikt, dan komt niet alleen de produktie-fase van een produkt-traject in de financiële problemen, maar zelfs het gehele traject. Door deze terugkoppelingsmechanismen valt ook het belang op van geheel nieuwe technologiegebieden als onderhoudstechniek, schoonmaaktechniek, revitalisatie en recycling. Het is goed denkbaar dat het hier technieken betreft die Nederland goede kansen bieden voor internationaal concurrerend optreden. Voorbeelden hiervan zijn bodemsanering en de bloei van het scheepsonderhoud.

Het is goed om de verhouding tussen overheid en producent centraal te stellen. De toenemende kennisintensiteit van produktie-processen en produkten leidt tot groeiende afhankelijkheid tussen overheid en producenten. Onder de laatste vallen ook collectief gefinancierde instellingen voor onderzoek en onderwijs. De toename van kosten voor (basis)innovaties en de groeiende risico's van economische, sociale en ecologische aard maken het noodzakelijk dat de overheid zich meer en meer met producenten bezighoudt. Deze afhankelijkheid groeit eveneens door de schaalvergroting van de markt en door de behoefte aan marktordening wegens excessieve competitie. De vervlechting van maatschappij, bedrijfsleven, wetenschap en

technologie is onder meer neergelegd in wet- en regelgeving, codes of practice, normen en standaards.

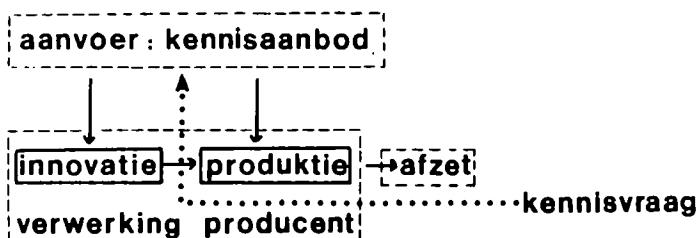
De positie van producenten in de kenniscirculatie, en de daaraan verbonden mogelijkheden voor wetenschaps- en technologiebeleid, krijgen hier een algemene toelichting. Het gaat hier uiteraard niet om een volledige, sluitende behandeling van het wetenschaps- en technologiebeleid in relatie tot de producent. Drie door de WRR verrichte sectorstudies lichten een en ander toe²⁵.

3.2 De verwevenheid van producent en beleid

Een producent heeft drie duidelijke functies;

- zorg voor de toestroom van produktie-middelen: de aanvoer;
- zorg voor de interne verwerking en exploitatie van die middelen tot een produkt: de verwerking;
- zorg voor het op de markt brengen van dat produkt: de afzet bij de gebruiker.

Figuur 3.1 Aanvoer, verwerking en afvoer door producenten



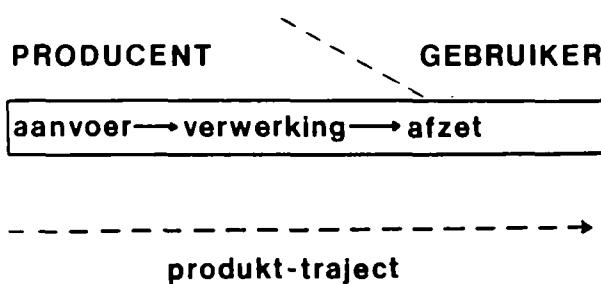
De aanvoer betreft de produktie-factoren kennis, kapitaal en grondstoffen. De factor arbeid is in dit schema ondergebracht in de factor kennis (zie paragraaf 2.2). Kennis en kapitaal maken deel uit van maatschappijbrede circulatieprocessen. De kennisaanvoer bestaat uit onderzoeksresultaten, consultancy en onderwijs, en kennisintensieve intermediaire goederen en investeringsgoederen. Intermediaire goederen en investeringsgoederen worden hier opgevat als te zijn samengesteld uit kennis en grondstoffen. Bij aanschaf van deze goederen koopt de producent langs indirecte weg kennis in.

²⁵] C.L.J. van de Meer, H. Rutten, N. A. Dijkveld Stol / Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek/Landbouw-Economisch Instituut (NLRO/LEI), Technologiebeleid in de landbouw; effecten in het verleden en beleidsoverwegingen voor de toekomst; 's-Gravenhage, WRR, 1991.
F.H. Mischgotsky, Overheid en innovatiebevordering in de grond-, water-, en wegenbouwsector: een verkenning; 's-Gravenhage, WRR, 1991.
F.M. Roschar, H.L. Jonkers, P. Nijkamp, Meer dan transport alleen. 'Veredeling' als overlevingsstrategie; 's-Gravenhage, WRR, 1991.

Aldus ontstaat het volgende beeld. Een producent koopt kennis in over de volle lengte van zijn deel van het produkt-traject. Hij voorziet dat deel van de kennis die nodig is om de verschillende fasen in het traject te doorlopen. Tenslotte zorgt hij er voor dat zijn produkt de markt kan bereiken. Bij de overgang naar de gebruiksfase verkoopt hij de ingekochte kennis. Het is verpakt in zijn produkt. Vanuit zijn bedrijf gezien gaat het om aanvoer, verwerking en afzet van kennis. Onder dit begrip kennis valt hier nog steeds de kennis die is opgeslagen in personen, geschriften, octrooien, en productieprocessen, en ook in investeringsgoederen. Als het gaat om financiering van kennis behoeft het analytische schema onderscheid tussen de verschillende dragers van kennis, omdat de financiering van deze dragers sterk in aard en oorsprong verschilt.

Naarmate de kosten van een produkt meer worden bepaald door kennisverkrijging en -verwerking, loont het steeds meer om in de kenniscirculatie te participeren. De competitieve kracht hangt immers af van het vermogen om tijdig de juiste en voldoende kennis te verkrijgen, te verwerken en in de gebruiksfase af te zetten. Ook is het van belang dat de producent zijn ervaringskennis terug kan voeren naar kennisproducerende instellingen en het onderwijs. Dit ter verbetering van de kennis die hem vervolgens weer kan worden geleverd. Hier groeien overheid en bedrijfsleven naar elkaar toe. Basiskennis, maar ook fundamentele disciplines worden immers als collectief goed gezien. Deze kennis is algemeen beschikbaar in de vorm van onderwijs en onderzoek. Hetzelfde geldt voor veel beroepsgerichte opleidingen. De overheid is hier leverancier - het aanbodscheppende beleid - en private partijen zijn afnemer.

Figuur 3.2 Aanvoer, verwerking en afzet van kennis



Aanvoer, verwerking en afzet van kennis zijn niet alleen abstracte termen. Concreet staan zij voor de hoofdfunctie van een producent als deze zich richt op het maximaliseren van zijn rendementen. De reële situatie waarin een producent zich bevindt, geeft hem aanwijzingen omtrent produkt-trajecten met de hoogste rendementsverwachtingen. Hij zal deze produkten vervaardigen tegen zo laag mogelijke kosten, en ze afzetten tegen een prijs die zijn rendement zo hoog mogelijk maakt.

Hier zijn twee opmerkingen op zijn plaats. De eerste betreft de waarneming dat stijging van arbeidsproductiviteit tot verlaging van kosten leidt als de opbrengst/prijs ratio van nieuwe kennis hoger is dan die van oude kennis. Hier ligt een belangrijke beweegreden om oude kennis rond een produkt-traject te vervangen door nieuwe. De tweede opmerking is gebaseerd op de constatering dat een producent de economische waarde van zijn productie kan verhogen door aan zijn produkten kennis toe te voegen. Zo is de waarde van de in de micro-elektronica gebruikte grondstoffen verwaarloosbaar in verhouding tot de waarde van de daaraan toegevoegde kennis. De toegevoegde kenniswaarde bestaat onder meer uit toerekenbare afschrijving van machines en computersystemen, toerekening van produktontwikkelingskosten en kosten van ingekochte kennis. Ook kosten van hooggeschoold arbeid, verminderd met de kosten van laag geschoold arbeid, dragen bij aan de toegevoegde kenniswaarde per eenheid produkt.

Een producent tracht zoveel mogelijk kennis aan zijn produkt toe te voegen voordat hij dat produkt afzet. Daarom is traditioneel vervoer van goederen zo'n weinig profijtelijke bezigheid. Men verplaatst wel het een en ander, maar meestal zonder veel kennistoëvoeging. In beheerscentra van logistieke knooppunten als de bloemenveiling in Aalsmeer zijn de rendementen van een geheel andere orde²⁶.

De markt stelt grenzen aan de verhouding tussen prijs en prestatie van produkten. Een producent die zijn rendementen wil verhogen, kan binnen die grenzen streven naar maximalisering van de toegevoegde kennis in zijn deel van het traject. Ook kan hij zoeken naar die produkt-trajecten waarin de meeste waarde aan een produkt wordt toegevoegd. Het betreft dan kennis die hij in bezit heeft of die hij zich kan aanschaffen. Natuurlijk is hij niet geheel vrij in de keuze van zijn trajecten. Hij moet zich houden aan de culturele en economische grenzen van zijn markt en hij moet letten op het karakter van zijn bedrijf. De mate waarin hij van de 'core business' kan afwijken, is niet voor alle tijden gelijk. Branche-vervaging - het zoeken naar verwante trajecten waar additionele waarde kan worden gegenereerd - is een bekend verschijnsel.

3.2.1 Aanvoer van kennis

Producent en aanvoer

Tot voor kort moest het management van een bedrijf vooral zorgen voor grondstoffen, arbeid en kapitaal. Steeds meer echter treedt hier de kennis-factor op de voorgrond. De zich versnelende maatschappelijke doordringing van technologie leidt tot een verschuivende vraag. Produkten die met nieuwe technologie worden voortgebracht zijn aantrekkelijker dan de oude. Zij kunnen bijvoorbeeld aan eisen voldoen die eerder onvoldoende waren, of zij kunnen problemen oplossen die vroeger onoplosbaar leken. Dit roept weer de nieuwsgierigheid op naar nog meer geavanceerde produkten, technologieën en wetenschap. De wereldwijde vraag naar complexere produkten en produktie-processen neemt hierdoor toe. Daarmee groeit ook

²⁶] F.M. Roschar, H.L. Jonkers, P. Nijkamp, op.cit.

het belang van de kennisfactor, omdat alleen kennis in staat is de gevraagde complexiteit voort te brengen.

De producent staat hierdoor voor de taak zijn kennisaanvoer op orde en op gang te houden. Voor kennis gelden dan, net als voor grondstoffen en halffabrikaten, de concepten van 'just in time' en 'just on shelf'. Dit kennismanagement is relatief nieuw. Het betreft het inzicht in welke kennis wanneer en op welke plaats in een traject nodig is, wat introductie van die kennis kost, hoe deze kosten zijn op te brengen, en hoe die kennis is te verkrijgen.

Het aspect van de in intermediaire- en investeringsgoederen opgeslagen kennis buiten beschouwing latend, is het nuttig onderscheid te maken tussen bedrijfseigen kennis en professionele kennis. Bedrijfseigen kennis betreft kennis waarop het bestaan van de onderneming is gebaseerd en waarvan vervreemding kan leiden tot verzwakking van de concurrentiepositie. Hierbij is te denken aan kennis op het gebied van verkrijbaarheid en eigenschappen van gebruikte grondstoffen, halfprodukten en machines, specifieke kennis op het gebied van toegepaste produktietechnieken, en kennis over eigenschappen van produkten, waaronder - en dat is essentieel - specifieke kennis over het gebruik van die produkten.

Professionele kennis is die kennis die kan worden overgedragen; vaak in de vorm van disciplines. Deze kennis wordt voortgebracht door beroepsscholen en collectieve infrastructuren zoals algemene scholen. Hierbij is te denken aan gespecialiseerde technische kennis, maar ook aan administratieve en juridische kennis en kennis op het gebied van bedrijfsorganisatie. Deze professionele kennis heeft een dragende, organiserende en communicerende functie ten behoeve van bedrijfseigen kennis. Waar bij producenten de professionele kennis en ervaring tekort schieten, wordt vaak een beroep gedaan op externe specialisten: consultancy.

Er zijn drie motieven waarom producenten gebruik maken van door externe consultants geleverde kennis- en adviesdiensten:

- lagere kosten en grotere flexibiliteit;
- behoefte aan specifieke kennis;
- behoefte aan toetsing.

In de strategische beleidsvorming over kennisondersteuning gaat het dan om twee vragen:

- welke bedrijfseigen kennisvelden behoeven aandacht en investeringen gezien de concurrentiepositie van de onderneming, en de verbetering daarvan;
- welke soorten professionele kennis zijn vereist om de verwerving en exploitatie van bedrijfseigen kennis te kunnen organiseren met gunstig gevolg voor de gehele onderneming.

De tendens is te streven naar professionele relaties met externe consultants via interactieve 'jobbingrelaties'. Hierbij laten interne professionals delen van hun taakstelling verrichten door externe professionals. Bij deze vorm van uitbesteding is eigen professionele capaciteit van groot belang als communicatie-basis. Dit is een communicatie-probleem waarvoor thans de

overheid - vraagscheppend beleid in de derde positie - projecten opzet voor het kleinbedrijf.

Effectief gebruik van externe kennisdiensten vereist managementkwaliteiten bij de cliëntorganisatie vanwege de noodzakelijke interactie tussen leverancier en gebruiker. Ook in die gevallen waarin externe specialisten nodig zijn, moet het bedrijf eerst interne capaciteit aantrekken. Dit is alleen mogelijk als de leiding strategisch over de kennissituatie en -behoefte nadenkt. In dit verband treft men in de managementliteratuur beschouwingen aan over 'human resource management' en 'human resource development'. In wezen gaat het steeds om de inzet van kennis, vaardigheden en arbeid, en om de werving en vorming van het benodigde menselijk kapitaal.

Wegens het ontbreken van interne specialisten tenderen middelgrote en zeker kleine bedrijven naar een produktmatige relatie met externe diensten. Deze bedrijven hebben echter vaak onvoldoende interne mogelijkheden om externe specialisten te begeleiden. Dit kan leiden tot stagnaties bij het opnemen en exploiteren van nieuwe kennis. Investering in scholing van personeel en managers - human resource management - lijkt dan de meest effectieve weg voor aanvoer van nieuwe kennis in een onderneming. Wanneer in bepaalde technologie-marktsectoren de intensiteit van de kenniscirculatie toeneemt, zullen op overheidsniveau en bedrijfsniveau de investeringen in onderwijs moeten groeien om de opname, doorgifte en exploitatie van nieuwe kennis eveneens te intensiveren.

Overheid en aanvoer

Algemene indicaties

De overheid verzorgt de aanvoer van kennis voor zover het betrekking heeft op algemeen vormend onderwijs, het beroepsonderwijs, en het universitaire onderwijs. Verder is er steun voor het collectief gefinancierde onderzoek: de grote technologische instituten (GTI's) bijvoorbeeld. Tenslotte is de overheid betrokken bij de bescherming van kennis en de verkrijgbaarheid van beschermd kennis. Het beroepsonderwijs en de collectieve onderzoeksinfrastructuur komen in aparte hoofdstukken aan de orde. Niettemin zijn hier enige algemene waarnemingen op zijn plaats.

Omdat de waarde van goederen en diensten steeds meer wordt bepaald door de kwaliteit van de kennis die er in ligt besloten, is een industrieel systeem steeds meer te beschouwen als een systeem voor ontwikkeling, overdracht, gebruik en doorgifte van kennis. In dit systeem is verkrijging en diffusie van kennis een verantwoordelijkheid van de overheid. Zo is de overheid in hoge mate betrokken bij het collectieve kennisaanbod - het aanbodscheppende beleid - terwijl het bedrijfsleven als vrager die kennis opneemt om hem vervolgens de samenleving in te dragen. Voor de producent gaat het om kennisgaring en aanschaf van kennis-intensieve investeringsgoederen, terwijl werknemersorganisaties medeverantwoordelijkheid zouden kunnen dragen voor na-, om- en bijscholing.

De kosten en complexiteit van kennis en technologie nemen toe. Kennis verandert ook voortdurend, wat de onmisbaarheid vergroot van strategiebe-

paling en samenwerking tussen overheden en private partijen. De overheid kan de eigen verantwoordelijkheid hier niet verminderen zonder geaccepteerde en goed geconditioneerde afspraken met private belanghebbenden. Deze belanghebbenden zijn niet alleen producenten en onderzoek- en onderwijsinstellingen, maar ook personen als studenten en leerlingen. De houding van private partijen ten opzichte van enige medeverantwoordelijkheid voor financiering van onderwijs en onderzoek hangt af van het fiscale en financiële klimaat dat onder meer door de overheid wordt geschapen.

Rijke kennisvoorraden op specifieke gebieden en een behoorlijk algemeen kennisniveau zijn vitaal voor het nationale sociaal-economische systeem. Hier speelt de keuze tussen eigen ontwikkeling of inkoop van kennis. Dit vraagstuk kan alleen goed worden opgelost als er besloten is dat een land of onderneming op bepaalde gebieden een voortrekkers- of volgersrol wil spelen. Bij die keuze zijn niet alleen economische doelstellingen van belang. Er is sprake van een public-choice probleem: wie bepaalt bijvoorbeeld welke sectoren in aanmerking komen voor de volgersrol? Vanwege de maatschappelijke belangen die in het spel kunnen zijn, kan deze keuze niet uitsluitend aan het bedrijfsleven worden overgelaten. Voor de overheid, inclusief het politieke stratum, ligt hier de taak om op de lange termijn te sturen en de doelstellingen voor die lange termijn te formuleren. Normerend, prospectief beleid - het vraagscheppende beleid in de derde overheidspositie, zoals genoemd in hoofdstuk 2 - kan hier een hulpmiddel zijn.

Stijgende ontwikkelingskosten van nieuwe technologieën maken het genoemde keuzeprobleem klemmender. De moeilijkheidsgraad van nieuwe kennis neemt namelijk toe waardoor de prijs stijgt. Ook wezenlijke vooruitgang van bestaande technologieën vergt toenemende inspanningen. Kennis wordt door dit alles steeds meer een economisch goed. Bij het in kaart brengen van dit keuzeprobleem moeten uiteraard ook veranderingsrichtingen in technologie en wetenschap in beschouwing worden genomen. Daarbij moet de overheid zwakke signalen opvangen en waarderen. Dit is een van de belangrijkste vaardigheden voor het ontwikkelen van beleid voor de middellange en lange termijn.

Mechanismen voor regulering van aanbod en vraag naar kennis, de kennismarkt, bepalen in hoge mate de verkrijbaarheid en het maatschappelijk rendement van kennis. Op landelijk regulerend niveau ligt hiervoor de verantwoordelijkheid primair bij de overheid; het vraagscheppende beleid in de derde overheidspositie (zie paragraaf 2.5). In normerende zin heeft de overheid via het onderwijs- en onderzoekbeleid grote invloed op de beschikbaarheid en exploitatie van kennis. Ook kwaliteitsvoorschriften, codes of practice en keuringsmechanismen zijn hier bruikbaar.

Staten treden steeds meer op als concurrerende eenheden. In dit verband doet zich het vraagstuk voor van de balans tussen enerzijds internationale alliantievorming in onderzoek en onderwijs en anderzijds de handhaving van de eigen nationale concurrentiepositie. De noodzaak van schaalvergroting voor ontwikkeling en exploitatie van nieuwe technologieën erkennende, moet de overheid vermijden dat het concurrentievermogen van nationale economische sectoren in politiek of economisch ongewenste mate afhanke-

lijk wordt van buitenlandse kennis. Soevereiniteitsoverdracht op zich hoeft geen probleem te zijn zolang daar bewust toe is besloten. Hier gaat het echter om onbedoelde, mogelijk sluipende ondergraving van de nationale sociaal-economische, industriële soevereiniteit.

Teleurstellende resultaten van beleid en management kunnen het gevolg zijn van onvoldoende zicht op de structuur van en veranderingen in het technologiterrein dat een produkt-traject benut. De teloorgang van de Zwitserse horloge-industrie heeft de digitalisering van de uurwerktechniek niet op tijd gevolgd. Dit is een voorbeeld van hoe het beter niet moet gaan. Een dergelijke tekortkoming kan leiden tot inzet van middelen en mensen in incomplete produkt-trajecten. Zo kunnen producenten de kennis over nieuwe materialen niet benutten zonder kennis van het ontwerpen ermee en het bewerken ervan. Invoering van nieuwe automatiseringsmechanismen leidt tot moeilijkheden wanneer de bijbehorende bedieningstechnieken, beheersmethoden en gereedschappen voor herstel en wijziging niet aanwezig zijn. Ernstige ongevallen kunnen het gevolg zijn van onjuiste toepassing van veiligheidstechnologie. Bij invoering van complexe produktie-systemen kan het gebrek aan kennis op het gebied van mens-machine systemen zich wreken. Evenzo leidt stimuleringsbeleid op het gebied van de biotechnologie tot beperkte resultaten wanneer bijbehorende procestechnieken in hun ontwikkeling achterlopen.

De overheid ontwikkelt het wetenschaps- en technologiebeleid in samenspraak met onderzoekinstiututen en bedrijven. Door allerlei economische en sociale oorzaken is er in een aantal economische sectoren sprake van disjunctie tussen participanten in de kenniscirculatie. Het gevolg is langzaam verlopende kennisdif fusie en hindernissen bij de uitvoering van overheidsbeleid. Vroeger was dit een betrekkelijk klein probleem. De kennisdif fusie verliep immers snel genoeg in verhouding tot ontwikkelingen in technologie en markt. De kosten van niet-rendabele kennisontwikkeling waren minder ernstig door de lagere kosten van de kennis en de geringere verliezen bij falen. Nu wordt het beheren en beheersen van de kenniscirculatie steeds belangrijker wegens de snelle ontwikkeling van markt en technologie, de hoge kosten van toekomstige technologieën en de toenemende complexiteit van die technologie.

Indicaties uit sectorstudies

Een goed voorbeeld van de koppeling van de overheid aan de aanvoer van kennis naar produkt-trajecten is te vinden in de landbouw²⁷. In Nederlandse landbouwkringen spreekt men van het 'drieluik' Onderzoek, Voorlichting en Ontwikkeling (OVO). Dit begrip doelt op de beleidsinstrumenten waarmee men poogt de processen van kennisproductie, kennisaanvoer en kennisverwerking - de kenniscirculatie in de landbouw - te bevorderen.

De overheid en collectieve organen financieren het landbouwkundig onderzoek. Ze organiseren het ook. Van staatswege of met krachtige staatssteuning men er al in de jaren tachtig van de vorige eeuw toe over om proefsta-

²⁷] C.L.J. van de Meer, H. Rutten, N.A. Dijkveld Stol, op. cit. hoofdstuk 3.

tions op te zetten. Soms als onderdeel van rijkstjensten ontstonden er ook afzonderlijke riksinstututen. Deze waren belast met de uitvoering van wettelijke maatregelen: het normerende aspect. Aan het eind van de jaren twintig van deze eeuw ging het bedrijfsleven zich steeds meer voor het onderzoek interesseren. De institutionele omgeving van het produkt-traject was doordrongen van het belang van de op dat traject gerichte kennisaanvoer. Naast overheidsinstellingen ontstonden instellingen die zich bezig hielden met onderzoek op een bepaald gebied of van een bepaald gewas. Ze werden gefinancierd door landbouworganisaties of verenigingen.

Om dit onderzoek te coördineren werd in 1957 de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek (NLRO) opgericht met als bedoeling dat hierbinnen overleg zou plaatsvinden tussen bedrijfsleven, overheid en wetenschap. Dit overleg was gericht op beleidvorming en coördinatie ten aanzien van het onder het ministerie van LNV ressorterende landbouwkundige onderzoek. Deze organisatie is uitgegroeid tot een samenwerkingsorganisatie van alle bij het landbouwkundige onderzoek betrokken partijen. Uiteindelijk is het secretariaat van de NLRO ondergebracht bij het ministerie van LNV, wat de relatie met het beleid verduidelijkt. Ter bevordering van samenhang, besturing, stimulering en coördinatie van kennisvraag en kennisaanbod op wetenschappelijk en technologisch gebied, is in de loop van 1989 de Directie Wetenschap en Technologie (DWT) gevormd. Deze is verantwoordelijk voor het departementale onderzoek en technologiebeleid, en beheert het onderzoeksbudget.

De inhoudelijke sturing van het landbouwonderwijs wordt gekenmerkt door een intensief overleg met het agrarische bedrijfsleven en de beleidsdirecties van het ministerie van LNV. Zo is er de Onderwijscommissie van het Landbouwschap en de inbreng van landbouworganisaties in schoolbesturen, beleidsorganen, commissies van toezicht, en dergelijke. Op deze wijze staat de ontwikkeling van het produkt 'landbouwkundig onderwijs' in directe verbinding met de gebruikers van die kennis. Dit maakt soepele aanpassing van dat onderwijs aan gerezen behoeften mogelijk.

Rechtstreeks verbonden met onderzoek en onderwijs is de voorlichting ten behoeve van de landbouw. De eerste activiteiten dateren van rond 1850 toen in verschillende provincies landbouwmaatschappijen werden opgericht die onafhankelijk waren van de overheid. Zij zijn voorlopers van de huidige landbouwvoorlichting. Het doel van die maatschappijen was het bevorderen van de landbouw, en voorlichting aan boeren over de 'landhuishoudkunde'. Voorlichting werd toen al gezien als een verlengstuk van onderzoek en onderwijs. Men verstrekte informatie en verspreidde kennis. Later is er voorlichting bijgekomen over bedrijfsvoering, toegespitst op lokale omstandigheden. In de loop des tijds is ook de koppeling met het landbouwbeleid steeds duidelijker geworden.

Mede door snelle veranderingen in de landbouw is de vraag naar voorlichting en advisering sterk toegenomen; een vraag waar de overheid niet meer aan kon en wilde voldoen. Verschillende vormen van particuliere voorlichting namen deze taak over. Een aanzienlijk deel van de voorlichting die de boer thans bereikt, wordt nu gegeven door commerciële ondernemingen.

Vergelijking van de landbouwsector met de sector transport en logistiek - twee sectoren met enigszins vergelijkbare ondernemingskarakteristieken - laat een boeiend verschil zien. In de transportsector liggen produkt- en procesinnovatie al tientallen jaren op betrekkelijk laag niveau, terwijl de landbouw een sterke technologisering kent, met een zeer behoorlijke produktiviteitsgroei als gevolg. De geringe innovatiesnelheid in de sector transport en logistiek geldt bij uitstek voor het railvervoer en het watervervoer. De overheidsinterventies in de landbouw hebben geleid tot een geïntegreerde inzet van de factoren kennis en kapitaal naast een gereduceerde inzet van arbeid. In de transportsector is de inzet van de factor kennis daarentegen nog zeer beperkt. Arbeid in traditionele zin speelt daar nog steeds een dominante rol.

Het verschil in intensiteit van kennisontwikkeling en diffusie tussen beide sectoren wordt natuurlijk niet alleen bepaald door verschillen in overheidsbemoeienis, maar ook door verschillen in concurrentiepatronen en marktmechanismen. Wil de transportsector evolueren van overslagindustrie naar veredelingsindustrie, en eigenlijk überhaupt overleven, dan is aanzienlijke versterking nodig van de inzet van de produktiefactor kennis. Dit is aanbevolen in een van de WRR-sectorstudies. De sector staat voor de taak het eigen produkt te veredelen. Het gaat daarbij om toegevoegde waarde door een grotere kennis-aanvoer in het produkt-traject.

3.2.2 Verwerking van kennis

Producent en verwerking

Complexiteit

Een belangrijke karakteristiek van de technologische ontwikkeling is de toenemende complexiteit van technische systemen. Oorzaken van technische complexiteit kunnen zijn: het gebruik van een grote verscheidenheid van componenten met zeer specifieke functies, de toepassing van sterk hiërarchische systeemstructuren, hoge prestatie-eisen, zware eisen op het gebied van storingspreventie en (automatische) storingscompensatie, eisen met betrekking tot variabiliteit van systeemstructuur en -functie, en intensieve koppeling tussen systemen of deelsystemen.

Gevolgen van de toenemende complexiteit van technische systemen zijn onder meer langere ontwikkelingstijden, hogere ontwikkelingskosten, het bewijzen van correcte werking onder alle voorzienvolle omstandigheden, onzekerheid over het bestaan van ingebouwde fouten, kwetsbaarheid voor interne en externe storingen, en hoge kosten van onderhoud en reparatie. Voorts leiden ook het moeilijk te voorspellen gedrag van technische systemen en de moeilijke bestuurbaarheid ervan tot systeemcomplexiteit.

Een maat voor deze complexiteit is de benodigde hoeveelheid kennis om systemen te ontwerpen, bouwen, bedienen en exploiteren. Een indicatie hiervan is bijvoorbeeld het aantal gebruikte disciplines bij ontwerp en produktie van een eenheid produkt, of het aantal werkuren van specialisten en generalisten in verhouding tot het aantal arbeidsuren van laag geschool-

den. Het gaat hier om zeer algemene indicaties. Ontwikkeling van ook kwalitatieve meettechnieken is zeker gewenst.

Managers behoeven inzicht in aard en oorzaken van de complexiteit van technische systemen en in ontwikkeling van methoden voor beheersing daarvan. Dat inzicht is van belang voor economisch en maatschappelijk verantwoorde exploitatie van technologie. Daarnaast vergen sociale en culturele gevolgen van de invoering van nieuwe technologieën grote aandacht voor de inbedding van die technologieën in hun maatschappelijke context.

Bij de ontwikkeling en invoering van nieuwe technologie staan managers vaak voor vragen als:

- welke oorzaken heeft complexiteit,
- is reductie van complexiteit mogelijk;
- welke vraagstukken zijn het gevolg van complexiteit.

Al bij het ontwerp van een technisch systeem is het nuttig de gehele levenscyclus te overzien. Daarvoor is de ontwikkeling noodzakelijk van institutionele patronen voor ontwerp, productie en exploitatie van systemen. Te denken is hier aan co-makership en multinationale samenwerkingsprogramma's. De complexiteit van technische systemen vergt vaak internationale samenwerking wegens standaardisatie voor interconnectiviteit, eisen voor veiligheid en milieubescherming en facilitering van internationale handel en verkeer.

Methoden om technische complexiteit het hoofd te bieden, zijn te leren uit de biosfeer. De natuur reduceert en beheert complexiteit door zelforganisatie, creatief en adaptief vermogen, redundantie en (geconditioneerde) autonomie van subsystemen. Dit lijkt precies de weg die men tegenwoordig probeert te volgen bij de ontwikkeling van nieuwe produktiestructuren. Ook van belang zijn het stellen van grenzen aan de eisen van beheersbaarheid van systemen, en het leren omgaan met de daaruit voortvloeiende onzekerheid.

Het produktie-proces

Vanwege hun complexe karakter vertonen nieuwe produktie-processen grote verschillen met oudere processen. Waar het vroeger veelal ging om hoog frequente herhaling van kleine taken en om verhoging van de produktiviteit per werknemer door taaksplitsing, is nu het arbeidspatroon meer en meer te karakteriseren door taakverbreiding en taakverrijking en door laag frequente uitvoering van complexe taken. Creativiteit, eigen initiatief en verantwoordelijkheid nemen de plaats in van gehoorzaamheid.

De robot neemt steeds meer repetitieve handelingen voor zijn rekening, alsmede de sturing van acties en controle van resultaten. Omstellen van produktspecificaties en processen kan dan sneller en met beperkte kosten geschieden. In een aantal produkt-trajecten gaat de digitale procesbeheersing al zo ver dat het hele proces vrijwel zonder menselijke interventie verloopt. De automaten nemen geleidelijk een aantal informatie-interpretaietaken van de mens over.

Verdere invoering van computer- en communicatiesystemen in produktieprocessen ligt in het verschiet. Deze systemen maken koppeling mogelijk van de besturingseenheden van afzonderlijke produktiemachines tot geïntegreerde systemen voor totaal computer-gestuurde fabricageketens. Het 'Computer Integrated Manufacturing' concept (CIM) komt op. CIM biedt nieuwe perspectieven voor de technologische en geografische organisatie van produktieprocessen²⁸.

Nieuwe produktietechnieken beïnvloeden niet alleen verhoudingen en processen binnen bedrijven. Naar verwachting zullen deze technieken ook leiden tot toeleveringsketens van bedrijven. Door intensievere koppeling van hun produktie-organisaties kunnen bedrijven dan sneller marktveranderingen opvangen en produkt-innovaties doorvoeren. Deze koppelingen smeden produkt-trajecten aan.

De verwachte ketenvorming doet het bekende 'make or buy' vraagstuk van producenten uitgroeien tot een bestuurlijk vraagstuk waar de overheid bij betrokken raakt. De gevonden oplossingen raken immers de structuur en de geografische spreiding van produktie-activiteiten, en het competitieve vermogen en de continuïteit van producenten. De levensvatbaarheid van nationale economische sectoren en regio's is hier aan de orde.

Het produktie-management zal zich steeds meer richten op verhoging van kwaliteit, variabiliteit en beheersbaarheid van produktie-processen. Vraagstukken rond de aanvoer van kennis en kapitaal staan hier centraal. Op managementniveau leidt dit tot andere taakstellingen. Het beheer van kwaliteit, logistiek en efficiency komt meer en meer terecht op de werkvloer. Sleutelwoorden zijn verkorting van de doorlooptijd, vermindering van de hoeveelheid gebonden kapitaal door reductie van voorraden, verlaging van kosten voor kwaliteitsbewaking en bedrijfsbeheer, betere benutting van materieel, energie en personeel, verkorting van omsteltijden en -kosten, en het scheppen van ruimte en voorwaarden voor meer en vooral snellere produkt- en procesinnovatie.

De factor arbeid

Niet alleen in het management maar ook op de werkvloer verandert er veel. Zo zal in de toekomst de scheiding vervagen tussen ontwerp, produktievoorbereiding en produktie. Waar op dit punt de structuur van het management simpeler wordt, neemt de complexiteit op de werkvloer toe. Het aantal factoren waar de werknemer op de werkvloer mee te maken heeft - mensen, machines, informatie en de relaties daartussen - neemt toe.

Nieuwe produktie-processen vragen aandacht voor de kwaliteit van de arbeid. De omgang met de mens en de produktie-organisatie op de werkvloer is hier minstens even belangrijk als de gekozen produktietechniek. De Sitter wijst er op dat ondernemingen een integraal beleid nodig hebben dat

²⁸] A.J.M. Roobek en M. Roscam Abbing, 'The International implications of computer integrated manufacturing'; International Journal Computer Integrated Manufacturing, vol. 1, no. 1, blz. 3-12.

de produktie-organisatie, de arbeidsverhoudingen en de arbeid als één onverbrekelijk geheel aanpakt. De vorm waarin organisatie en verdeling van werk plaatsvindt, hangt nauw samen met het karakter van het produktieproces²⁹.

Er is een historische ontwikkeling in de werknemerspositie. Deze ontwikkeling loopt van een op de gemeenschap georiënteerde ambachtsman, via een van zijn produkt vervreemde industriële arbeider, naar een veelzijdig geschoold werknemer. Bekwaamheden van specialisten en het integrerende en vernieuwende vermogen van ondernemende talenten bepalen steeds meer de prestaties van ondernemingen. Klassieke hiërarchische verhoudingen zijn dan minder effectief. De eerder complementaire dan competitieve positie van werkvoer en management vraagt ook meer complementariteit in de relatie tussen vakbond en werkgeversorganisaties.

Arbeidsomstandigheden uit de vorige eeuw leidden onder andere tot het ontstaan van vakbewegingen. Deze bewegingen vochten voor verbetering van arbeids- en levensomstandigheden. In de toekomst kan de vakbeweging deze traditionele steunende, emanciperende en voorttrekkende rol versterken wanneer zij weet in te spelen op de kennis die in arbeid ligt opgesloten. Men moet dan beschikken over bedrijfsspecifieke technologische en markttechnische kennis om de positie van werknemers te kunnen waarderen en om namens hen als onderhandelaar te kunnen optreden. In dit perspectief zal de vakbeweging zich steeds meer richten op de eenheid van produktieorganisatie: de producent. Naast factoren voor loonvaststelling als status, positie en prestatie zullen deskundigheid, vakmanschap en algehele bekwaamheid een grotere rol gaan spelen.

Er ontstaat dan wellicht een situatie waarbij de vakbeweging optreedt als vertegenwoordiger van de kennisfactor in producerende bedrijven, terwijl de werkgever optreedt als aanbieder van kapitaal en technische produktiefactoren. Om zo'n functie te kunnen uitoefenen, om werkelijk als vertegenwoordiger van de factor kennis bij te dragen aan de continuïteit van bedrijven, zal de vakbeweging zich bij loononderhandelingen meer en meer moeten richten op de middelen en condities voor scholing van werknemers. Daarnaast kan het wenselijk zijn dat men zich, onder meer met de dan verworven middelen, reële invloed verwerft op het (beroeps)onderwijs, in combinatie met overheid en werkgevers.

Overheid en verwerking

Algemene indicaties

De verantwoordelijkheid voor de doorvoer van kennis in produkt-trajecten berust vooral bij producenten. Niettemin heeft de overheid - vooral in de derde positie van het vraagscheppende beleid - grote invloed op de wijze waarop en de condities waaronder producenten kennis verwerken tot

²⁹] L.U. de Sitter, Op weg naar nieuwe fabrieken en kantoren. Produktie-organisatie en arbeidsorganisatie op de tweesprong; Deventer, Kluwer, 1987.

marktgerede produkten. Te denken is hier aan wetgeving omtrent arbeidsomstandigheden, vestigingsplaatsvooraarden, produkt-specificaties met betrekking tot eigen aankopen (voorwaardenscheppend beleid in de eerste overheidspositie), het industriebeleid en de veiligheidswetgeving. Ook bedrijfsverenigingen, werknemersorganisaties en pensioenverzekerders beïnvloeden vaak onbedoeld de omstandigheden waaronder producenten hun produktie-processen kunnen aanpassen aan nieuwe kennis en veranderende marktvaag. Het gaat dan om zaken als arbeidsongeschiktheid, arbeidscondities, werktijden en afvloeatingsregelingen.

Ook is er het vraagstuk van de onderlinge verenigbaarheid van nieuwe technologieën, de effecten van hun gebruik, en algemene maatschappelijke belangen. Lopende milieubeleidsplannen laten bijvoorbeeld zien hoezeer uit produktie-processen afkomstige emissies stoten op maatschappelijk aanvaarde grenzen. Ook de reeds lang gevoerde discussie rond de invoering van kernenergie en de verwerking van splijtbaar afval illustreert de connectie tussen de ontwikkeling en diffusie van kennis en de maatschappelijke context van het gebruik van die kennis.

Zeer belangrijk hier is de omgang met aan nieuwe technologieën verbonden bedrijfsmatige risico's. Vanwege deze risico's kunnen bedrijven hun kennisverwerking soms niet meer langs de normale kanalen financieren. De overheid beschikt dan beperkt over mogelijkheden om die risico's dusdanig te verkleinen dat het resterende risico geen belemmering meer is voor private financiering van bedrijfsactiviteiten. In hoofdstuk 4 komt dit belangwekkende aspect van de betrokkenheid van de overheid bij de verwerking van kennis uitgebreid aan de orde. Ook kan kennisverwerking dusdanige maatschappelijke risico's veroorzaken dat de overheid risicobeheersing niet uitsluitend aan marktpartijen mag over laten. Hier is van oudsher een normerende taak voor de overheid weggelegd.

Al deze zeer verschillende en veranderende aspecten van de samenhang tussen verwerking van kennis en de maatschappelijke context leiden tot vervlechting van verantwoordelijkheden en rechten van producenten, bedrijfsmanagers, werknemers en belanghebbenden uit de omgeving. Ook de overheid is hier partij. Deze vervlechting kan echter leiden tot verlies van innovatieruimte, wendbaarheid en competitief vermogen bij producenten. Het is dan de vraag in welke mate en onder welke voorwaarden de overheid tegemoet kan komen aan een deel van de bedrijfsproblemen, zonder dat er negatieve consequenties voor de producent optreden. Vooral het vraagscheppende beleid in de derde overheidspositie is hier van belang.

De verantwoordelijkheidsverdeling tussen werknemers, werkgevers en overheid is van doorslaggevende betekenis voor vernieuwing, kwaliteit en competitie op de wereldmarkt, alsook voor de vraag naar en het aanbod van kennis. Betrokken partijen erkennen dat echter niet altijd in voldoende mate. Vaak blijft in de driehoek overheid, werkgever en werknemer het overleg beperkt tot vragen rond verdeling van rendementen. Het is vaak maar matig gesteld met het delen van verantwoordelijkheden voor de voorwaarden voor het realiseren van die rendementen.

Indicaties uit sectorstudies

Een van de hoofdtendenzen in de produktie-fase van produkt-trajecten is de vergroting van de complexiteit van technologieën, produkten en produktieprocessen. Voorbeelden hiervan zijn er te over, zoals in de elektronische industrie, de automobiel- en vliegtuigindustrie, en de chemie. Een belangrijke oorzaak van die tendens is de voortschrijdende automatisering. Er is een evolutie zichtbaar van informatiesystemen naar kennissystemen. Kennissystemen trachten de overmaat aan procesmatige informatie op 'intelligente' wijze te reduceren en te presenteren. Nieuwe interfacemethoden en systemen spelen hierbij een grote rol. De komst van computersystemen en aanverwante apparatuur heeft in feite de produktie-filosofie aanzienlijk veranderd. Er is sprake van dynamisering van produktie-processen nu producenten steeds meer rekening kunnen houden met veranderingen in de marktvraag, de verkrijgbaarheid van grondstoffen en met de prijs van energie.

Ook de groeiende verscheidenheid en hoogte van de eisen waaraan produktie-processen en produkten moeten voldoen, leiden tot complexiteitsverhoging rond produkt-trajecten. Nieuwe eisen vergen vaak nieuwe werkwijzen en produkten. Hierbij valt te denken aan arbeidsveiligheid, milieubescherming en -beheer, consumentenveiligheid en gezondheidsbescherming. Deze eisen verplichten soms tot nieuwe werkwijzen en technieken. De inhoud van deze eisen is voor een deel maatschappelijk bepaald. Hier blijkt de invloed van de culturele omgeving van produkt-trajecten.

In een qua produktie- en produktcomplexiteit van oudsher vrij eenvoudig produkt-traject als de grond-, water- en wegenbouw is de invloed van de externe omgeving goed waarneembaar. De complexiteit in de sector neemt toe door verandering van de marktvraag. Daardoor zijn bijvoorbeeld de milietaken van die sector de laatste tijd sterk uitgebreid. Hier is te denken aan oude taken als riolering, drinkwaterwinning, grondwaterbeheer, bestrijding van verzilting en oppervlaktewaterbeheer. Al deze taken hebben een nieuwe, ingewikkelder invulling gekregen. De eisen zijn aangescherpt, waardoor de sector zijn produkten complexer moet maken. Het gaat ook om nieuwe taken als rioolwaterzuivering, bodembescherming, afvalstoffenopslag, sanering van terroristische- en waterbodem, en vervanging van ontgronding door verantwoorde toepassing van secundaire, uit reststoffen vervaardigde bouwmaterialen. Verder is er de ontwikkeling van het zogeheten bouwen met de natuur: het hanteren van natuurlijke processen van lucht- en waterstromen voor de landaanwinning.

De omgeving van de sector stelt nieuwe eisen als gevolg van vele natuurlijke en maatschappelijke ontwikkelingen. Hier is te denken aan versnelde zeespiegelijzing, schaarser wordende ruimte, toenemende mobiliteit, verslechtering van de kwaliteit van bodem en water, schaarste van grondstoffen en energie, toename van afvalstoffen, verscherping van milieu-eisen, en veranderende opvattingen over veiligheid en risico's. Zij vragen de gww om een nieuw, geavanceerd en meer samengesteld produkt.

De transportsector biedt een ander belangwekkend voorbeeld. In de traditionele industriële massaproductie is het transport van grondstoffen,

intermediaire- en eindprodukten een noodzakelijk kwaad. Vroeger, en in afnemende mate nu nog steeds, richtten produktiebedrijven zich op massa-produktie en standaardisering van produktie en produktieprocessen. De betrokken ondernemingen zien transport dan als kostenpost. Op deze situatie reageren vervoerders met maximering van het aantal geproduceerde ton-kilometers, verplaatste tonnen of verrichte moves. Dit alles tegen zo laag mogelijke tarieven.

Nu komt er duidelijk een industriële produktie-wijze op waarin gestandaardiseerde, flexibele, computergestuurde produktie-processen beter en sneller inspelen op gedifferentieerde wensen van gebruikers. Wendbaarheid en snelheid spelen hier een belangrijke rol. Er is de onmiskenbare tendens produktie en vervoer één geheel te laten vormen. Goederenbehandelende diensten als handel, transport en distributie vervullen dan een sleutelfunctie. Kenmerk van deze flexibilisering is de grote nadruk op logistiek management. Het gaat dan niet meer alleen om fysiek vervoer als zodanig, maar ook om de organisatie van produktie, distributie en gebruik. Dit moet leiden tot grotere efficiency van produkt-trajecten als geheel. Eisen van betrouwbaarheid en afstemming van produktie en vervoer beheersen dan de vraag naar transportdiensten. In het vervoer verschuift de aandacht van het denken in termen van tonnen, ton-kilometers en moves, via een functie- en handelingsgericht denken naar een stroomgericht ketendenken. Van belang zijn nieuwe transporttechnologieën, vernieuwde structuren en aangepaste produktie-organisaties.

Een voorbeeld is de ontwikkeling van het zogeheten gecombineerde vervoer. Dat betreft alle vervoer waarbij men de lading van de ene vervoersmodaliteit overplaatst op de andere, zonder de lading fysiek te behandelen. Het vervoer van zeecontainers, landcontainers en wissellaadbakken valt hier onder. De complexiteit betreft dan niet zo zeer de vrij eenvoudige container zelf, maar eerder de organisatie daar omheen en de infrastructuur. Ook in dit geval kan niet een enkele organisatie het gehele produkt-traject overzien. De uniforme technische oplossing van allerlei aansluitingsproblemen vraagt om uitvoerig nationaal en internationaal overleg. Er is immers een zodanige technische eenheid nodig die de operationele uitwisselbaarheid van alle delen van het systeem waarborgt.

Ook de toepassing van telematica in het transport verhoogt de complexiteit. Uit een studie van de stichting Nederland Distributieland blijkt dat de ontwikkeling van telematica en Electronic Data Interchange (EDI) op diverse knelpunten stuit die niet zozeer de techniek zelf betreffen, maar eerder de diffusie en toepassing van die techniek in de sector Transport en logistiek³⁰. Om informatiediensten te kunnen absorberen, zal de tamelijk ambachtelijke transportwezen zijn kennisintensiteit in hoog tempo moeten opvoeren.

³⁰]

Stichting Nederland Distributieland, Telematica en de Concurrentiekracht van Nederland als Distributieland; 's-Gravenhage, juni 1989.

3.2.3 De afzet van kennis

Producent en afzet

Traditionele produkten bieden de consument weinig verrassingen. Zij vereisen van de producent geen bijzondere nieuwe kennis om de markt te bereiken. Essentieel is wel een verkoopvaardigheid die overeenkomt met de vaardigheid van de concurrent. Voor minder traditionele produkten ligt dat anders. De producent moet dan produktbekendheid opbouwen. Het gaat hier om het lastige vraagstuk van marktbenadering, marktonderzoek en consumentenvoorlichting.

Dit vraagstuk valt buiten het veld van het wetenschaps- en technologiebeleid. Een zaak die er wel binnen valt, is de overdracht van kennis en vaardigheden aan gebruikers, die vaak weer producenten zijn in andere trajecten. Kennisoverdracht is hier nodig om het geleverde produkt te kunnen gebruiken en om de kwaliteit en bruikbaarheid ervan te kunnen beoordelen. In de elektronica-wereld is het vanzelfsprekend dat de hardware vergezeld gaat van de software. DAF levert niet alleen vrachtwagens maar ook de beheerssystemen, inclusief de onderhoudsregistratie en zelfs de personeelsadministratie. Een ander voorbeeld komt uit de staalindustrie. Bedrijven als Hoogovens voorzien hun nieuwe staalprodukten van coatings, waarvoor zij ook bewerkingstechnieken moeten ontwikkelen. Zonder die technieken kunnen gebruikers in de auto-industrie en witgoedindustrie namelijk niet efficiënt met die materialen omgaan. In de kunststofindustrie doen zich soortgelijke situaties voor bij de levering van nieuwe vezels en composietmaterialen. De software-industrie kent dit type problemen bij de introductie van geavanceerde gestandaardiseerde programma-pakketten.

Hoe nieuwer een produkt, hoe eerder de producent zijn afnemers moet bijstaan in het gebruik van zijn produkt. Hij moet er voor zorgen dat zijn traject over de volle lengte functioneert, inclusief het einde daarvan. Stagneert de afzet, dan ontstaan al spoedig liquiditeitsproblemen. Het traject wordt onrendabel en houdt op den duur op te functioneren. Naast de kennisontwikkeling aan de invoerzijde van een produkt-traject, is er daarom steeds meer behoefte aan gebruikstechnieken voor die produkten. Zonder die technieken komt de vraag naar nieuwe produkten trager of soms zelfs niet op gang. Ook consumenten moeten zich kunnen voorbereiden op de komst van nieuwe produkten. Consumentenvoorlichting of stimulering is hier essentieel, evenals de participatie van consumenten in de kenniscirculatie. Zij hebben immers ervaringskennis met produkten. Producenten en onderzoekinstellingen in de exploratie- of innovatie-fase kunnen hiervan profiteren.

Geleverde goederen gaan steeds meer vergezeld van een begeleidend pakket van diensten. De daarin opgeslagen kennis bepaalt steeds meer de toegevoegde economische waarde van dat goed. Voor een goede marktbenadering kan het ook wenselijk zijn dat de producent zijn afnemers betrekt bij de samenstelling van het begeleidend dienstenpakket, en zelfs bij het ontwerp van het produkt. Dit geldt nog sterker als het geleverde produkt geen goed is maar een dienst. Omdat zo'n dienst vaak een bedrijfsspecifiek karakter heeft, is het belangrijk dat de gebruiker zicht krijgt op de ontwik-

keling van die dienst. Afnemers van goederen en diensten participeren zo in de produktie-organisatie. De gebruiker maakt mee met de producent. In al deze gevallen stroomt de kenniscirculatie - hier de vraag naar kennis - in tegen de richting van het produktie-proces van het produkt-traject. Deze stroom is van groot belang omdat producenten hierdoor snel en op de juiste wijze hun ontwerp en hun marktbenedering kunnen aanpassen aan veranderende markteisen.

Het kennismangement van producenten omvat mede de kennisvoorziening ten behoeve van de afzet. De researchkosten voor producenten stijgen daardoor aan twee zijden: kennisontwikkeling ten behoeve van de produktie, alsmede kennisontwikkeling ten behoeve van de afzet. Het laatste staat praktisch nog in de kinderschoenen. Producenten denken er vaak niet aan dat zij steeds meer kennis nodig hebben voor de afzet, en dat daar hoge kosten aan zijn verbonden.

Overheid en afzet

Algemene indicaties

De afzet is vooral de verantwoordelijkheid van de producent. Hij zorgt voor evenwicht tussen de marktvraag naar zijn produkt en de toevoer van kennis. Zo is het belang om intensief te investeren in voorlichting en advies aan potentiële gebruikers. Toch heeft ook de overheid hier enige verantwoordelijkheid door het vraagscheppende beleid. Het aanbodscheppende beleid is hier minder relevant.

In de eerste positie van het vraagscheppende beleid treedt zij op als 'leading edge customer'. In sommige economische sectoren kan ze als klant krachtig invloed uitoefenen op de vraag naar produkten, en daarmee op de afzet van de daarin opgeslagen kennis. Deze rol heeft betekenis als die vraag verband houdt met taken van staatszorg, zoals de gezondheidszorg en tegenwoordig ook de zorg voor het milieu. De overheid kan ook als leading edge customer optreden in de bouw en in de militaire sector.

In de tweede positie van deze beleidsmodaliteit kan de overheid er zorg voor dragen dat de vraag naar bepaalde produkten toeneemt, afneemt of verandert. Dit als voorwaarde voor de stimulering van de vraag naar kennis. Onder deze beleidsmodaliteit valt bijvoorbeeld de voorlichting en ondersteuning van gebruikers van produkten, waaronder private consumenten. De consument als eindgebruiker van goederen en diensten telt hier nog weinig mee, maar hij is essentieel als vragende partij in de gebruiksfase. De consument is daardoor aangrijpingspunt voor vraagscheppend beleid in de tweede overheidspositie.

In dit verband wordt in het rapport 'Concurrentiekraft en innovatief systeem' het volgende opgemerkt: 'De aard van de nationale vraag heeft drie belangrijke bestanddelen: de samenstelling van de binnenlandse vraag (door kennis van de eigen cultuur zijn ondernemingen het gemakkelijkst in staat op veranderingen in binnenlandse voorkeuren te reageren; een groot voordeel zijn veeleisende en 'sophisticated' binnenlandse afnemers die bedrijven tot kwaliteit en vernieuwing dwingen), de omvang en het groepa-

troon van de binnenlandse vraag en overdrachtsmechanismen waardoor binnenlandse voorkeuren worden overgedragen naar de buitenlandse markten (internationaal opererende consumenten, t.v.-programma's). Op dit punt blijft in Nederland de calvinistische traditie doorwerken in een zekere hang naar middelmatigheid en een aversie tegen zichtbare sociale verschillen. Modes worden in Nederland niet gemaakt, wel relatief snel overgenomen'.³¹

Indicaties uit sectorstudies

In de sector grond-, water- en wegenbouw is de overheid als vrijwel enige klant de grootste bepaler van condities waaronder de producent zijn produkten op de markt kwijt kan.³² Overheden zijn hier dominant door ontwerp, voorschriften en regelgeving. Hierdoor is een voor het bedrijfsleven beperkend ontwikkelingsklimaat ontstaan, ondanks de grote diversiteit van aanpak per gemeente, provinciale dienst of waterschap. Verder is langdurig onderzoek tegen hoge kosten vaak nadelig. Er zijn onvoldoende beschermingsmogelijkheden waardoor concurrenten of opdrachtgevers nieuwe kennis snel kunnen overnemen. Slechts geringe wijzigingen tegen geringe kosten geven het bedrijfsleven een kortstondige voorsprong op de concurrentie. Hierdoor, en door de segmentering van de sector, is de onderzoeksomvang van de desbetreffende producenten niet bijzonder groot. Zij hebben bovendien niet te maken met een grote diversiteit aan kritische klanten, waardoor de vraagzijde van de kenniscirculatie onderontwikkeld blijft.

De sector vraagt beleid om de marktimplementatie van kennis te bevorderen. Een effectieve manier is partijen te betrekken bij programmering, uitvoering en implementatie van het onderzoek. Verder zou deregulering de ondernemendheid en technologische vernieuwing in de sector ten goede komen. Nu beheert de overheid een aantal regelingen rond vestigingsvergunningen, branchevorming en prijsafspraken die de segmentering in de gww-sector bevestigen en versterken. Er gaat een bescherming tegen vernieuwing vanuit, wat de noodzaak tot individueel en collectief onderzoek en ontwikkeling verkleint. Een soortgelijke belemmering gaat uit van materiaal- en produkteisen. Zeer belangrijk bij dit alles is dat de overheid de afzet van de gww-sector zo tegemoet treedt dat innovaties worden beloond.

Het belangrijkste zou zijn dat de overheid zich opstelt als commerciële opdrachtgever, wat zou inhouden dat integrale rendementsverbeteringen voorop staan. De overheid kan de praktijk verlaten van uitgifte van gedetailleerde bestekken, en over gaan op prestatie-bestekken. Bij prestatie-bestekken vindt concurrentie niet alleen plaats op het vlak van de prijs van bouwactiviteiten, maar ook op het vlak van ontwerp en uitvoering. Ze geven

³¹] D. Jacobs, P. Boekholt, en W. Zegveld, Economische kracht van Nederland: een toepassing van Porters benadering van de concurrentiekraft van landen; Stichting Maatschappij en Onderneming, 's-Gravenhage, 1990.

³²] F.H. Mischgofsky, op. cit., hoofdstukken 6 en 7.

veel meer vrijheid voor de keuze van uitvoeringstechnieken en ontwerp dan de gebruikelijke gesloten bestekken. Kennisontwikkeling en technologische vernieuwing krijgen dan meer kans. Een nog sterker stimulans voor de ontwikkeling en afzet van kennis zou uitgaan van de introductie van functieomschrijvingen.

4.1 Een complex financieringsprobleem

Uitgangspunt in dit hoofdstuk is de in hoofdstuk 2 ontwikkelde stelling dat belemmering in de kapitaalvoorziening zal leiden tot stagnatie in de kenniscirculatie. Dit betreft zowel het aanbod van kennis in de vorm van wetenschappelijk en technologisch onderzoek, consultancy en onderwijs, en intermediaire goederen en investeringsgoederen, als de vraag daarnaar in produkt-trajecten. Deze stelling is vooral van belang voor die gebieden van wetenschap en technologie waar de ontwikkelingskosten van nieuwe processen en produkten met de dag stijgen.

Zowel aan de aanbodzijde als de vraagzijde doet zich het financieringsvraagstuk voor. Aan de aanbodzijde heeft de overheid vooral een taak met betrekking tot de bekostiging van exploratief onderzoek en de financiering van het onderwijs: de financiering van de produktie van human capital. Producenten hebben hier niet zo'n uitgesproken taak. Dit aspect van de financiering komt aan de orde in de hoofdstukken 5 en 6. Aan de vraagzijde opereren overheid en producenten meer gelijkwaardig bij het scheppen van de juiste condities voor de vraag naar kennis. De kennisvraag en de kapitaalcirculatie lopen hier parallel (zie hoofdstuk 2). Voor producenten ligt de nadruk op hun aanvoer van kennis in de vorm van onderzoeksresultaten, adviezen en geschoold personeel, her- en bijscholing van personeel, en de aanschaf van kennisintensieve intermediaire goederen en investeringsgoederen. De overheid is hier ook bij betrokken -de derde positie in het vraagscheppende beleid - wegens de invloed van bijvoorbeeld de fiscale wetgeving op de verkrijgbaarheid van kennis, maar vooral omdat tal van stimuleringsregelingen hier onmiddellijk voor zijn bedoeld. Naarmate de kosten van ontwikkeling, overdracht en toepassing van kennis stijgen, neemt het belang toe van gecombineerde publiek-private financiering en risico-deling.

In het licht van het hier ontwikkelde produkt-gerichte analytische schema is de problematiek van participatieve financieringsregelingen zeker de discussie waard, maar dit hoofdstuk gaat vooral in op vraagstukken met betrekking tot lang-lopende hoog-risicodragende ontwikkelingsprogramma's. Deze keuze is gemaakt omdat juist bij dat type programma's de aansluiting tussen vraag en aanbod van kennis essentieel is, en in de praktijk vaak hapert door gebrek aan 'venture capital' en vooral 'patient capital'. Het vraagstuk van aan technologie-ontwikkeling verbonden risico's is in die gevallen scherp zichtbaar, en de grenzen van mogelijke overheidsparticipatie zijn goed te verkennen. Bovendien is de financiering en de uitvoering van grootschalige technologie-ontwikkelings- en exploitatieprogramma's of bouwprojecten van

³³] Bij de ontwikkeling van dit hoofdstuk is intensief gebruik gemaakt van adviezen en ervaringen van vele deskundigen, waaronder Albrecht, Van Baardewijk, Beek, Bruinsma, Van Duijn, Eljgenhuijsen, Faber, Geelhoed, Gerst, Goudswaard, Hoogendoijk, Jansen, Jonkhart, Van Maanen, Mathijssen, Nederkoom, Wagner, Wolfsen en Van der Zwan.

grote betekenis voor de profiling van ons land op de wereldmarkt en voor de participatie van het onderzoeksbestel en produkt-trajecten in de internationale circulatie van kennis en kapitaal. Dit hoofdstuk demonstreert aan de hand van een complexe reële kwestie de werking van het hier ontworpen schema.

Dit hoofdstuk bevat ook, als natuurlijk nevenproduct van de beschouwingen, mogelijke criteria voor maatschappelijk verantwoorde publiek-private financiering van grootschalige investeringen in technologie-ontwikkeling of bouwprojecten. Oogmerk van de suggesties is verhoging van het Nederlandse inspanningsniveau met betrekking tot grootschalige langlopende technologie-ontwikkeling. Er worden voorstellen gedaan voor bundeling van publiek en privaat financieringspotentieel, inclusief de aanpak van het daaraan verbonden keuzevraagstuk. Kern van die voorstellen is:

- de vorming van een hoogwaardig initiatief-orgaan dat grootschalige programma's zorgvuldig kan voorbereiden;
- de vorming van een evaluatie-orgaan dat programma-voorstellen grondig kan toetsen op hun betekenis voor de economische en sociale ontwikkeling van het land, en dat toezicht kan uitoefenen op de voortgang van programma's;
- politieke besluitvorming met betrekking tot programma-voorstellen van het initiatief-orgaan en het evaluatie-orgaan;
- een stevig programma-uitvoeringsmechanisme per programma;
- een publiek-privaat financieringsmechanisme, specifiek voor de geselecteerde grootschalige technologie-ontwikkelingen, exploitatie-programma's en bouwprojecten.

Als de overheid in samenwerking met financiers, kennisproducenten en -gebruikers financieringssystemen opbouwt die de kansen op economisch rendement van produkt-trajecten beïnvloeden, dan ontmoet de overheid het keuzeprobleem van lange-termijn prioriteiten van produkt-trajecten. De hier gepresenteerde suggesties krijgen in de slotbeschouwing - hoofdstuk 9 - betekenis voor de structurering van belangrijke delen van het wetenschaps- en technologiebeleid.

4.2 Het financieringsvraagstuk in termen van het analytische schema

In de ontwikkeling van nieuwe technologieën van idee tot soms grootschalig produkt, alsmede in het daarop aansluitende gebruik, zijn vier fasen onderscheiden: de innovatie-fase, de produktie-fase, de gebruiksfase en de eindfase (zie figuur 2.1). Daaraan vooraf gaat de zogenoemde exploratie-fase waarin onderzoekers fundamentele kennis ontwikkelen. Deze fase staat in dit schema los van een produkt-traject. Elk van de vier fasen van een traject, alsmede de exploratie-fase, vergen tijd en financiering. Als het om geavanceerde processen of produkten gaat die direct zijn gebaseerd op de ontwikkeling van fundamentele disciplines of basistechnologieën, vindt financiering vaak plaats door de overheid of door zeer grote ondernemingen. De kennisproduktie wordt meestal bekostigd door de producent als gebruiker van die kennis.

De algemene indruk is dat de overheidsverantwoordelijkheid voor de kenniscirculatie - en dus ook voor de financiering daarvan - afneemt naarmate het produkt zich in een latere fase van zijn levenscyclus bevindt. Nu het probleem van de belasting van het ecosysteem zich steeds meer doet gelden, neemt de overheid evenwel steeds meer verantwoordelijkheid op zich voor het in milieu-opzicht goed verlopen van de eindfase van produkt-trajecten. Het is evident dat hiermee ook het aspect groeit van overheidsfinanciering van daarop gericht onderzoek en ontwikkelingswerk.

Op het vlak van de private financiering van kennisontwikkeling doen zich problemen voor die bedrijven niet zonder meer altijd zelf kunnen oplossen; zeker niet de middelgrote en kleinere. De hoge financieringskosten van de exploratie- en innovatiefase, in combinatie met de noodzakelijk steeds snellere afschrijving van investeringen, doen de financiering van technologie- en produkt-marktontwikkeling uitgroeien tot een vraagstuk dat vaak over de grens van het private bedrijf heengrijpt.

Banken beoordelen financieringsaanvragen voor technologie-ontwikkeling meestal niet op de kwaliteit en betekenis van het uiteindelijke produkt, maar eerder op de risico's en op de verhouding tussen die risico's en de te verwachten beloning. In ons land zijn grenzen gesteld aan de mate waarin en de wijze waarop banken risico's kunnen nemen in grootschalige programma's of projecten. De motivering hiervoor is dat banken ter bescherming van de belangen van hun crediteuren in beginsel geen deel mogen hebben in het ondernemersrisico van hun debiteuren. Voorts wenst men in Nederland op deze manier ongewenste machtsverstrekking tussen banken en bedrijven te voorkomen. De banken mogen zich daarom niet actief bemoeien met het bedrijfsbeleid.

In dit opzicht verschilt het Nederlandse bankwezen nu nog duidelijk van die in omringende landen. Zo hebben banken in Duitsland en België aanzienlijke belangen in het eigen vermogen van ondernemingen. Via een netwerk van commissarissen worden daar de relaties met die bedrijven onderhouden. De Nederlandse Bank heeft zich echter verschillende malen uitgesproken tegen een ontwikkeling in de richting van 'banques d'affaires'. Bovendien ontbreekt in het Nederlandse bankwezen vaak de relevante expertise, zodat men daar nog onvoldoende in staat is actief in ondernemingen te participeren³⁴. Hierbij moet wel worden aangetekend dat de internationalisering van Europa met zich meebrengt dat Nederlandse banken na 1992 naar verwachting eveneens mogen optreden als banques d'affaires. Daarmee is het onderhavige financieringsprobleem van kostbare lange termijn technologieontwikkelingsprogramma's of van grote bouwprojecten echter nog niet opgelost.

In het algemeen mag worden verwacht dat zeker producenten die enigermate 'foot loose' zijn de ontwikkeling van basisinnovaties of nieuwe produkten

³⁴] H.G. Elgenhuijsen, J. Koelewijn, H. Visser, Investeringen en financiële infrastructuur, WRR, Voorstudies en achtergronden, V60, 1987, blz. 43.

naar die delen van de wereld zullen overbrengen waar financieel kapitaal tegen redelijke kosten is te verkrijgen. De verkrijbaarheid van een van de twee produktie-factoren die dit rapport behandelt, krijgt daardoor nog meer maatschappelijke importanter. De overheid zal zich in het belang van de concurrentiepositie van het land in toenemende mate moeten afvragen of hij, te zamen met private partijen, producenten kan bijstaan bij de tijdige verkrijging tegen redelijke kosten van kennis en financieel kapitaal voor de ontwikkeling en exploitatie van nieuwe technologieën.

De essentiële beleidsvraag is hier welke betekenis de overheid, private investeringsinstellingen en het bedrijfsleven kunnen hebben in de financiering van de kenniscirculatie tot in het producerende deel van produkt-trajecten. Hiertoe moeten niet alleen het wetenschaps- en technologiebeleid en het industriebeleid op elkaar aansluiten. Ook het financiële beleid speelt hier een rol, inclusief de daarbij te pas komende institutionele arrangementen en de wet- en regelgeving. Voor het realiseren van publiek-private financierings-arrangementen is de betrouwbaarheid van de overheid op langere termijn dan één kabinetperiode van doorslaggevende betekenis.

4.3 Het risicovraagstuk bij de financiering van technologische ontwikkeling

4.3.1 Het risico

Het financieringsvraagstuk van technologische ontwikkelingen is in essentie terug te voeren op de combinatie van twee aan elkaar gekoppelde componenten: het risico van kapitaalverlies, en de verkrijbaarheid van kapitaal. De verkrijbaarheid van kapitaal is op zichzelf geen probleem, maar die verkrijbaarheid wordt wel illusoir als de prijs van dat kapitaal onbereikbaar hoog wordt, onder meer door een hoog risico voor kapitaalverlies. Op dit punt is een korte beschouwing nodig van het technologische en economische verschijnsel 'risico'.

Het maximale risico van investeerders is het verlies van het totale geïnvesteerde kapitaal, vermeerderd met indirecte kosteneffecten en het verlies van de potentiële rentabiliteit: de verwachte winst uit een verloren produkt-traject. Hoewel deze benadering van het totale risico niet altijd leidt tot een calculeerbare risico-omvang, spelen dergelijke overwegingen wel een rol bij besluitvorming over de start, continuering of beëindiging van een produkt-traject.

Het geïnvesteerde kapitaal neemt uiteraard toe naarmate een technologische ontwikkeling in de innovatie-fase zijn voltooiing nadert. Het risico neemt dan echter niet evenredig toe. Naarmate de produktie-fase nadert nemen technologische risico's uiteindelijk af door verminderde technologische onzekerheden. Het bepalen van de juiste criteria voor risicoteweging en de berekening van de prijs van het te investeren kapitaal, is daarom gecompliceerd.

Er zijn vele risicofactoren, maar enkele liggen zeer voor de hand zoals technische betrouwbaarheid van het produktieprocedé, de haalbaarheid van tijdige voltooiing, kwaliteit van het projectmanagement en uitvoeringsrisi-

co's, faseerbaarheid van de voorgenomen technologie-ontwikkeling, marktfactoren inclusief concurrentie- en prijsontwikkelingen, politieke risico's en toeleveringsrisico's.

Het totale risico van een technologische ontwikkeling, inclusief de toepassing van die technologie in de produktie- en gebruiksfase van de betreffende produktie-trajecten, is opgebouwd uit technische, operationele en marktrisico's. Investeringen kunnen dan globaal in drie categorieën worden ingedeeld:

- programma's waarbij geen nieuwe technologieën worden ontwikkeld of toegepast: er treden slechts operationele en marktrisico's op;
- programma's waarbij bestaande technologieën op innovatieve wijze worden gecombineerd: er zijn ook technologische risico's;
- programma's waarvoor geheel nieuwe technologieën moeten worden ontwikkeld: er treden vaak zeer moeilijk calculeerbare technische risico's op, terwijl ook de operationele en marktrisico's zeer moeilijk kunnen worden geraamd. De prestaties in de exploratie-fase en de innovatie-fase zijn moeilijk voorspelbaar. Als de commerciële kansen van het te ontwikkelen produkt sterk afhangen van de prestaties in de exploratie- en innovatie-fase is er nauwelijks een voorspelling mogelijk van de opbrengst van de desbetreffende produkt-trajecten. Private financiering kan dan eigenlijk alleen plaatsvinden op a fond perdu basis of wanneer de risico's gedekt kunnen worden door partiële of volledige overheidsgaranties.

In de eerste categorie is er geen sprake van enig technisch risico omdat er geen technologische ontwikkeling plaatsvindt. In principe is hier geen taak weggelegd voor het wetenschaps- en technologiebeleid. Dit wil overigens niet zeggen dat er geen financiële stimulering van overheidszijde zou kunnen plaatsvinden, bijvoorbeeld uit hoofde van het industriebeleid. De twee andere categorieën kennen wel technische risico's, zodat juist hier vraagscheppend beleid nuttig kan zijn. Dat wil zeggen dat de vraag naar kennis wordt gestimuleerd door het financieel faciliteren van die vraag: de derde overheidspositie; zie paragraaf 2.5. Uiteraard is het in de praktijk uiterst lastig de drie soorten risico uit elkaar te houden, en iedere risicotorm een eigen waarde toe te kennen. Het is daarom ook niet zo duidelijk waar het wetenschaps- en technologiebeleid zou moeten ophouden en waar bijvoorbeeld het industrie- of financieringsbeleid zouden dienen te beginnen. In analytische zin echter dient er bij het overwegen van enige overheidsbetrokkenheid bij de financiering van de ontwikkeling van produkt-trajecten altijd sprake te zijn van een aanwijsbaar technisch risico. Als dat risico er niet is, of als het beperkt en overzienbaar is, ligt private financiering eerder voor de hand.

4.3.2 Het risico in kort-lopende ontwikkelingen

Op dit punt is het nuttig enig inzicht te bieden in de mogelijkheden van de Nationale Investeringsbank met betrekking tot kort-lopende ontwikkelingen. Banken en in zekere zin ook de Nationale Investeringsbank (NIB) treden in principe behoudend op bij het verstrekken van risicodragend kapitaal voor korte termijn programma's en projecten. Banken lenen alleen tegen onderpand, maar de NIB heeft ruimere mogelijkheden. De NIB kan ook besluiten tot financiering van investeringsprojecten op grond van voldoende

betrouwbare verwachtingen ten aanzien van een adequate en tijdige 'return on investment'. Zo kunnen bedrijven in financiële moeilijkheden onder bijzondere voorwaarden - vastgesteld door het ministerie van Economische Zaken - bij de NIB aankloppen voor ondersteunende financiële voorzieningen. De procedure van de NIB bij de behandeling van steunaanvragen kent een aantal stappen. Wanneer een bedrijf in moeilijkheden is gekomen en van de eigen bankiers geen verdere financiering kan verkrijgen, is het aangewezen op de Nationale Investeringssbank. Als de NIB vaststelt dat onder normale bancaire condities geen financiering mogelijk is, volgt een diepgaand onderzoek dat primair is gericht op de vraag of een onderneming financierbaar is onder de Regeling Bijzondere Financiering (BF) van het ministerie van Economische Zaken. Aangezien de Regeling BF pas aan de orde komt nadat de NIB heeft vastgesteld dat voor haar het bancaire risico te groot is, gaat het onderzoek van de NIB verder dan een bancair krediet-onderzoek. De NIB moet vaststellen of er vanuit bedrijfseconomisch oogpunt een redelijk toekomstperspectief aanwezig is met betrekking tot de continuïteit van de onderneming. Wanneer de NIB het risico ook dan te hoog acht, kan het desbetreffende bedrijf zich wenden tot het Bureau voor Bijzondere Bedrijfsproblemen (BBB). Dit bureau verzamelt de standaard-informatie die de basis vormt voor het werk van het College van Advies voor Herstelfinanciering. Dit college is het laatste loket voor in nood verkerende bedrijven. Het college kan het ministerie van Economische Zaken adviseren risicodragend kapitaal te verstrekken zonder onderpand. Het college is geen politiek instrument en het is ook niet afhankelijk van privé-meningen, maar wel van gezamenlijke zakelijke ervaring en inzicht.³⁵.

Het BBB behandelt uitsluitend kreditaanvragen van bedrijven waar de NIB aanzienlijke twijfels over heeft. Het BBB opereert als een echt organisatie-adviesbureau dat alle facetten van een ondernemingsplan toetst, en dat pas als sluitstuk met een financieringsvoorstel komt. Het bureau kan een saneringsoperatie aanbevelen en in dit kader kan het ministerie van Economische Zaken een bijdrage leveren teneinde de financiering sluitend te maken. Een soortgelijke procedure is denkbaar voor de financiering van lang-lopende hoog-risicodragende grootschalige technologie-ontwikkelings-programma's of bouwprojecten.

4.3.3 Het risico in lang-lopende grootschalige programma's en projecten

Omdat het risico-aspect juist duidelijk aanwezig is bij grootschalige technologisch geavanceerde ontwikkelingen, wordt hier verder ingegaan op het vraagstuk van de daarmee verbonden investeringen. Bij wijze van voorbeeld worden hier vier typen van grootschalige technologische ontwikkeling genoemd. Deze ontwikkeling kan betrekking hebben op een enkele fase van een produkt-traject of op een geheel traject.

Het eerste type van technologische ontwikkeling betreft de financiering van doorbraken in technologieën die aan het begin staan van vele produkt-trajecten. Financieringsproblemen doen zich hier vooral voor bij de ontwik-

³⁵] Vraaggesprek dr. J.M. Goudswaard, Elseviers Weekblad, 6 april 1985, blz. 11-13.

keling en invoering van nieuwe basistechnologieën zoals de submicron-technologie en de opto-elektronica op het gebied van telecommunicatie en informatieverwerking. Een recent voorbeeld van de behoefte aan grote investeringen in basistechnologieën is de ontwikkeling van nieuwe produktie-processen in biotechnologische produkt-trajecten en de daarbij behorende installaties voor industriële toepassingen in de gebruiksfase van die produkt-trajecten. Een technologische doorbraak betekent vaak versnelde afschrijving van verouderde produkt-trajecten, waaronder investeringen in produktie-middelen en marktontwikkeling. Bij de invoering van nieuwe technologieën kan het gaan om complexe en kostbare aanpassingen van gebruiksomgevingen, zoals bij de invoering van de wide-body vliegtuigen - die zelfs aanpassingen van luchthavens vergen - en snelle treinen waarvoor soms geheel nieuwe tracés en geleidingssystemen moeten worden aangelegd.

Bij de invoering van nieuwe technologieën die veranderingen van een gehele economische sector vergen - het tweede type - gaat het vaak om de aanleg en exploitatie van infrastructurele voorzieningen. Voorbeelden hiervan zijn de invoering van satelliet-communicatienetwerken, telematicasystemen voor logistieke diensten, digitalisering van beelden in de klinische diagnostiek, invoering van HDTV-netten en de vervanging van rioolwaterzuiveringsinstallaties door een nieuwe generatie. Een ander voorbeeld wordt gevonden in de tunnelbouw waar grote investeringen in de ontwikkeling van nieuwe bouwprocessen in de toekomst tot goedkopere tunnelbouw kunnen leiden. Daarnaast vergt de bouw van tunnels in de toekomst grote investeringen waarvoor publiek/private financieringsvormen worden gezocht om de collectieve lasten beheersbaar te houden. Voorts vergt de ontwikkeling van nieuwe materialen en composieten en de toepassing daarvan voor nieuwe of bestaande produkten, grote investeringen voor onderzoek, kennisoverdracht en aanschaf van nieuwe produktiesystemen. Daarbij valt te denken aan de introductie van nieuwe materialen en nieuwe produktie-processen voor de wegen- en waterbouw.

De ontwikkeling en demonstratie van nieuwe technologieën voor grootschalig en repetitief gebruik vergt vaak vele miljarden guldens, zoals bij de ontwikkeling en introductie van een nieuwe generatie vliegtuigen. Door een middelgroot bedrijf als Fokker kunnen deze investeringen niet meer worden opgebracht. Andere voorbeelden van dit derde type van grootschalige programma's zijn de ontwikkeling van een nieuw type vrachtwagen, de ontwikkeling en invoering van brandstofcellen voor gedistribueerde stationaire en/of mobiele opwekking van elektrische energie, de ontwikkeling en invoering van leerstof- en leermiddelen of video-disks en compact-disks voor 'computer aided instruction'.

Het vierde type van grootschalige technologische ontwikkelingen ten slotte betreft de ontwikkeling en invoering van nieuwe technologieën voor de aanpak van majeure vraagstukken op gebieden van staatszorg, zoals milieu, volksgezondheid, defensie, watervoorziening, en verkeer en vervoer. Het gaat hier onder meer om mestverwerking, bodemsanering, slibverwerking en oppervlaktewaterreiniging, nieuwe vaccins en diagnostica, verkenningstechnieken en 'remote sensing' systemen, infrastructuur voor waterkering en

voor het beheer van waterkwaliteit en -kwantiteit en grootschalige systemen voor verkeersleiding te land en te water.

Gemeenschappelijk kenmerk van deze vier typen investeringen in grootschalige technologieontwikkeling is dat zij zijn gebaseerd op een combinatie van bewezen en niet-bewezen technologieën. Hun marktopbrengsten zijn moeilijk vooraf te schatten of te garanderen. Verder zijn er vaak zeer vele partijen bij betrokken, wat de sturing en het management van de betreffende investeringsprogramma's moeilijk maakt. Het soms optredende gebrek aan een juiste uitvoeringsstructuur en adequate maatschappelijke inbedding werkt evenmin positief. Dergelijke grote programma's lopen vaak vast op allerlei beginproblemen. Deze problemen en de huidige financieringsmogelijkheden leiden ertoe dat financiers vaak niet bereid zijn de risico's te dragen die gepaard gaan met dergelijke innovatieve programma's. Daarom is het de vraag welke financieringsmogelijkheden hier uitkomst kunnen bieden. Zeker is te denken aan arrangementen in de vorm van publiek/private financieringscombinaties.

4.4 De financieringskloof tussen publieke en private financiering

Wanneer producenten - gebruikers van kennis - voor ernstige financieringsproblemen staan met betrekking tot de aanvoer, de verwerking en de afzet van kennis wordt vaak gevraagd om vormen van overheidssteun. Overheidsfinanciering kan zeker van belang zijn voor de stimulering van dit deel van de kenniscirculatie, maar op het gebied van risicodragende financieringen bestaat er een kloof tussen private financiers en de overheid. Dit is vooral het geval wanneer het gaat om de financiering van fasen van produkt-trajecten die:

- zo dicht bij de markt staan dat zij buiten het bereik liggen van de normale overheidsfinanciering van fundamenteel of toepassingsgericht onderzoek, maar die tegelijkertijd
- nog zo ver van commercieel rendement af zijn dat zij niet in aanmerking kunnen komen voor venture capital of bancaire financiering.

Deze problematiek is goed zichtbaar in de overgang van de exploratie-fase naar de produktie-fase: juist daar waar de kosten hoog zijn en de risico's moeilijk te bepalen. In de loop des tijds is de financiering van de innovatie-fase van trajecten moeilijker geworden door de steeds hogere ontwikkelingskosten van nieuwe, complexere technologieën. De onmiddellijk daarop aansluitende overgang naar de praktische toepassing van deze technologieën in de produktie-fase vereist eveneens steeds hogere investeringen en kent ook steeds grotere bedrijfsmatige en maatschappelijke risico's. Er is een gestaag groeiende kloof tussen de mogelijkheden voor private financiering van de produktie- en gebruiksfase enerzijds en anderzijds de mogelijkheden voor publieke financiering van kennisontwikkeling van het exploratieve onderzoek op universiteiten en daaraan verwante onderzoekscentra als de Grote Technologische Instituten. Deze kloof betreft vooral de financiering van de overgang van het exploratieve onderzoek naar de innovatie-fase van trajecten. Het gaat dan om het onderzoek naar basistechnologieën en voortbrengingstechnieken in de innovatie-fase binnen bedrijven.

Nationaal en internationaal zijn instrumenten ontwikkeld voor publieke medefinanciering van de ontwikkeling van nieuwe produkten en processen. Ook de invoering van nieuwe produkten en diensten in de markt is met overheidsbeleid op talloze wijzen gestimuleerd. Toch doet zich het verschijnsel voor dat de bestaande instrumenten voor het bevorderen van het aanbod van en de vraag naar nieuwe goederen en diensten niet toereikend zijn voor het dichten van de gesigneerde financieringskloof. Bedrijven en het onderzoekbestel voelen steeds sterker dat de schaal en wijze van publieke stimulering minder toereikend worden voor de overbrugging van deze kloof. Voor de ontwikkeling van kostbare fasen van bepaalde nieuwe grootschalige produkt-trajecten lijkt het vermogen van private partijen om grote technische risico's te financieren niet in verhouding te staan met de snel stijgende investeringsbehoeften, zelfs niet in combinatie met het supplerend vermogen van de overheid. Voorbeelden daarvan zijn de al eerder genoemde ontwikkelingen op het gebied van de micro-elektronica, nieuwe materialen, geneesmiddelen, transportmiddelen, tunnelbouwprocessen en bio-technologische produkten en processen.

Het is niet zo eenvoudig een vorm te vinden voor de financiering van grootschalige technologie-ontwikkelingen die past in het huidige politieke klimaat van ons land. Zolang het adagium luidt dat collectieve lasten niet mogen stijgen, kunnen omvangrijke investeringen in de orde van honderden miljoenen of enkele miljarden guldens nauwelijks van de overheid worden verwacht. Toch kunnen vooral de kleine en middelgrote bedrijven moeilijk eigen fondsen ontwikkelen voor grootschalige investeringen met een hoog risico en een rendement op de pas langere termijn. Er is een groeiende behoefte aan 'patient capital'.

4.5 De financiering van grootschalige lange-termijn programma's

De prijs van kapitaal is direct gekoppeld aan de hoogte van het te lopen risico. Dit betekent dat hoog-risicodragende investeringen met een rendementsperspectief op lange termijn ook een hoge rente vergen. Voor investeringen in een van de vier genoemde typen van grootschalige technologische ontwikkeling lopen de kosten van kapitaal daardoor hoog op, wat praktisch betekent dat de verkrijgbaarheid van kapitaal voor investeringen in deze ontwikkelingen afneemt met het stijgen van de risico's. Om de steeds hogere investeringen voor de ontwikkeling van nieuwe technologieën, of voor de bouw van technische structuren, op economisch rendabele wijze te kunnen realiseren, is het zeer gewenst dat de overheid en private partijen gezamenlijk maatregelen ontwikkelen voor de reductie van risico's. Dit kan door rechtstreekse risico-deling, of indirect door gehele of gedeeltelijke compensatie van de hoge kosten van het benodigde kapitaal.

Hier doet zich de onwenselijke mogelijkheid voor dat de kapitaalgebruiker - de producent in produkt-trajecten - risico's op zich gaat nemen die hij zonder risico-dekking niet had aanvaard. De gelegenheid van risico-deling of compensatie van kosten mag er niet toe leiden dat het risico van ongunstige ontwikkelingsprogramma's bij de overheid wordt neergelegd. Producenten moeten vooral de stimulans krijgen om technologie-ontwikkelingen

of bouwprogramma's in eigen of gezamenlijk beheer uit te voeren. Risicomijdend gedrag moet niet gemakkelijk worden gemaakt. Verder bestaat er de kans dat bedrijven die zelf hoogwaardige technologieën kunnen ontwikkelen minder in eigen R&D programma's investeren als overheidsbijdragen zijn te verkrijgen. Vermijding van dit soort effecten is de algemene voorwaarde waaronder aan een oplossing van het onderhavige financieringsvraagstuk kan worden gedacht.

Omdat de financiering van grote programma's meestal geschieft door een combinatie van meer deelnemers, kan men zich voorstellen dat een aantal financiers gezamenlijk een speciaal fonds vormt voor de financiering van hoog-risicodragende lange-termijn programma's, al of niet in combinatie met fiscale tegemoetkomingen. Daarbij kan worden gedacht aan risico-spreidende participatiemaatschappijen. Reeds in het WRR-rapport *Plaats en Toekomst van de Nederlandse Industrie* werd voorgesteld een industriefonds te scheppen voor nieuwe programma's³⁶. De commissie Wagner aanvaardde dit voorstel maar het accent kwam te liggen op industriële ontwikkeling. Er was behoefte aan een financieel instrument dat grote industriële programma's kon steunen die niet in aanmerking kwamen voor financiering door de Nationale Investeringsbank (NIB) - voor korte termijn-programma's -, door particuliere participatiemaatschappijen (PPM's), het Industrieel Garantiefonds of de banken. Dat leidde tot instelling van de Maatschappij voor Industriële Projecten (MIP) met een commerciële opzet. Deze kon werken op langere termijn, kon grotere risico's aanvaarden en meer omvangrijke investeringen realiseren dan bestaande financieringsinstuties. De wezenlijke taak van deze maatschappij is het helpen overbruggen van de geschatste kloof tussen publieke en private financieringsmogelijkheden. Er vindt garantiestelling plaats voor producenten die gezond functioneren, maar die hun ontwikkelingsrisico's niet kunnen financieren.

De MIP was niet bedoeld als een zuiver overheidsinstrument maar als een gecombineerd publiek-privaat instrument. Participatie van de MIP in projecten zou niet meer dan 49% bedragen. Van Doorne's Transmissie en Océ-Van der Grinten zijn goede projecten van de MIP geweest, maar toch is de MIP om een aantal redenen minder geslaagd. De economie trok aan, de mogelijkheden van het bedrijfsleven voor financiering uit eigen middelen werden groter, en de MIP kwam als instrument dichter bij de NIB te staan door toenemende gerichtheid op de korte-termijn. Ook gebrek aan aanpassingsvermogen en creativiteit van het bedrijfsleven leidde er toe dat er weinig gebruik is gemaakt van de MIP.

Een nieuw kader voor het financieren van omvangrijke, hoog-risicodragende en lange termijn programma's en technologie-ontwikkelingsprogramma's is daarom noodzakelijk. Niettemin is de MIP ook op dit moment denkbaar als instrument voor overheids- en particuliere financiering van de infrastructuur. Hierbij is er wel behoefte aan alerte acquisitie van mogelijke ontwikkelingsprogramma's en aan wetenschappelijke onderbouwing van investe-

³⁶] WRR, *Plaats en Toekomst van de Nederlandse Industrie*, Rapporten aan de Regering nr. 18, 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij, 1980.

ringsbeslissingen. Voorwaarde is en blijft dat ondernemingen de prikkel behouden van het risico. Bij het ondernemen gaat het immers om het nemen van - zij het gecalculeerde - risico's.

4.6 Risico-sprekding

Het is zeer de vraag of risico-sprekding door middel van een los samenwerkingsverband van financiers in de praktijk zou werken voor de financiering van zeer omvangrijke hoog-risicodragende en lange-termijn gerichte technologie-ontwikkelingen. Een dergelijke organisatie krijgt immers onvermijdelijk te maken met onderling verschillende en soms strijdige belangen. Misschien is zo'n los verband wél denkbaar, maar hier wordt verder ingegaan op de mogelijke instelling van een geleed samengestelde participatie-structuur. Deze uitwerking is een verbijzondering van het kapitaalcirculatiemodel zoals dat in hoofdstuk 2 is ontwikkeld. De verbijzondering betreft de condities waaronder dat kapitaal aan producenten ter beschikking kan worden gesteld, en de rol van de overheid daarbij.

Daarom gaat deze paragraaf eerst in op de wijze waarop een participatie-structuur condities kan stellen: afgeleid uit de kennis- en circulatiemodellen van het analytische denkschema. Daarna volgt een bepaling van de plaats van de overheid volgens het analytische schema. In de laatste paragraaf volgt het totaalbeeld van de voorgestelde participatiestructuur, inclusief de bronnen van het benodigde kapitaal. De voorstellen zijn de neerslag van vele gevoerde gesprekken met mogelijke partijen; ze vloeien niet meer direct voort uit het analytische schema.

4.6.1 Het stellen van de condities

Het spreekt vanzelf dat de overheid een groot aantal nationale en internationale subsidie-instrumenten kan inzetten bij de realisatie van de overheids-participatie en voor de reductie van financiële risico's. Voor het programma-management ligt dat anders. Wanneer echter een veelheid van overheidsinstrumenten moet worden aangesproken, treedt bij de acquisitie van subsidiebijdragen over het algemeen een zeer zware belasting op van het programma-management. De programmastructuur dient met allerlei kunstgrepen te worden aangepast aan het spectrum van de instrumenten die moeten worden aangesproken. Anticumulatie-voorschriften en talloze andere eisen en criteria kunnen een heldere en effectieve structurering van de beoogde, vaak al zeer complexe, programma's bemoeilijken. Daarom moet worden gezocht naar vormen en condities voor overheids-participatie die publieke medefinanciering mogelijk maken op een schaal en een wijze die voldoende ruimte laat voor doelmatige programma-organisatie.

Wanneer het gaat om investeringen in de orde van miljoenen guldens is het van belang dat op maatschappelijk verantwoorde gronden tot participatie wordt besloten. Dan moet een zakelijke en politieke beoordeling vooraf gaan aan de besluitvorming over de betreffende technologie-ontwikkeling. Met betrekking tot de zakelijke en technisch-wetenschappelijke beoordeling gaat het vooral om verbeterd inzicht in de risicofactoren van investeringen in grote lang-lopende technologie-ontwikkelingsprogramma's en in de

mogelijkheden voor risico-reductie. De politieke beoordeling dient er voor om de betekenis van de voorgestelde technologieën vast te stellen. Aan-dachtspunten daarbij zijn het verwachte en gewenste effect op de economische ontwikkeling op lange termijn en het verband met andere nationaal specifieke behoeften. Voor deze complexe beoordeling kan naar analogie van het College van Advies voor Herstelfinanciering, een College van Advies voor Technologie-ontwikkeling in het leven worden geroepen. De ervaringen met het College van Advies voor Herstelfinanciering kunnen daarbij wellicht worden benut.

De Regeling Steun voor Individuele Bedrijven (SIB) uit 1975 was eerst louter gericht op behoud van werkgelegenheid. In 1980 werd die steunregeling zo uitgebreid dat naast het werkgelegenheidsmotief ook rekening werd gehouden met de verwachte continuïteit en het rendement van de te steunen onderneming. Rijn-Schelde-Verolme is hier voor de overheid een dure les geweest. In de brief aan de Kamer van 26 oktober 1983 zegt Van Aardenne dat overheidssteun alleen dan wordt verleend als bedrijven continuïteits- en rendementsperspectieven hebben. Voor de toepassing van deze criteria werd in 1984 het College van Advies voor Herstelfinanciering ingesteld onder voorzitterschap van dr. J.M. Goudswaard. Dit college zou onafhankelijke adviezen uitbrengen over de aanvragen tot steunverlening. De leden ervan hadden algemene management-ervaring. De vaste beleidslijn was dat de Minister van Economische Zaken tot steunverlening zou besluiten bij positief advies van dit college. Deze aanpak werd strikt zakelijk genoemd.

De ratio voor instelling van het college is de behoefte aan een instrument voor behandeling van steunaanvragen op afstand van de politiek. Een minister zou daartoe de vrijheid niet hebben wegens de politieke en maatschappelijke krachten die zijn handelen bepalen. Hij zou, zo vond men, beoordeling van aanvragen voor steunverlening moeten overlaten aan deskundigen met ondernemingservaring. Ook Wagner was van mening dat op zuiver zakelijke gronden moest worden geoordeeld.

De consequentie van deze plaats van het college in het besluitvormingsproces is dat een negatieve beslissing van het college tot een negatief besluit leidt van de minister. Criteria die bij het beoordelen van aanvragen een rol speelden en spelen, zijn:

- het moet gaan om bedrijven met meer dan 500 werknemers;
- de belangrijkste aanvoer en verwerking van kennis moet in Nederland geschieden: deze bedrijven hebben een hoge binnenlandse toegevoegde waarde;
- het gebruik van hun produkten moet een belangrijke toevoeging zijn in de produktie-fase in andere trajecten, waardoor zij een belangrijke schakel zijn in een bedrijfskolom;
- de reeksen - filières - van toeleverende producenten moeten zoveel mogelijk in Nederland zijn gesitueerd;
- de participatie in de kenniscirculatie is hoog waardoor zij over een hoge kennisintensiteit beschikken: zij hebben vele contacten met het kennisaanbod, er is veel know how aanwezig met betrekking tot de innovatie-fase en de produktie-fase;

- de produktie-fase in het betreffende traject kan niet of vrijwel niet door een ander Nederlands bedrijf worden overgenomen, omdat de activiteiten uniek van aard zijn;
- in de gebruiksfase moet het betreffende produkt-traject goede aansluiting hebben op belangrijke groeimarkten: de eis van een reëel structureel rendement en continuïteit.

Ondanks deze fraaie criteria bleek in de praktijk het rendementscriterium toch het meest bepalend te zijn. In de periode van 1984 tot 1987 heeft dit college zes adviezen uitgebracht waarvan één positief. Dit duidt op uiterste zorgvuldigheid en degelijkheid, zodat de politieke verantwoordelijkheid voor het te voeren beleid - die bij de minister berust - geen al te zware last zal zijn. Het college verschaft de minister in feite een zwaarwegende legitimatie om steun aan bedrijven te weigeren. Zo kan de minister voor politieke repercussies van weigeringen worden behoed.

Een extra veiligheid is dat de Algemene Rekenkamer controle op de verstrekte steun kan uitoefenen met betrekking tot de rechtmatigheid. Het College van Advies heeft namelijk de bevoegdheid om in zijn advies zeer direct aan te geven waaraan een bepaald bedrag precies moet worden besteed: bijvoorbeeld nieuwe investeringen of inkrimping van een tak van het bedrijf. De instelling van dit college is het sluitstuk van het defensieve beleid. De beleidslijn van het ministerie van Economische Zaken is de laatste tijd echter veranderd. In grote lijnen steunt men nu niet meer de zwakke maar juist de sterke ondernemingen. Het beleid is van defensief naar offensief gekeerd³⁷.

Dit model voor steunverlening, en de gehanteerde keuzecriteria kunnen zeer wel de grondslag zijn voor de aanpak van het financieringsvraagstuk van grote lang-lopende programma's waarvoor in feite de Maatschappij voor Industriële Projecten (MIP) was bedoeld. Het gaat dan echter niet in de eerste plaats om zakelijk verantwoorde afwijzing van aanvragen - het grootste deel in de praktijk van het College van Advies voor Herstelfinanciering - maar om politiek, wetenschappelijk en zakelijk verantwoorde aanvaarding en/of modificatie van voorstellen.

Hoewel het uitgangspunt van beoordeling 'op zakelijke gronden' van kracht blijft, zullen de criteria die een rol hebben gespeeld bij het College van Advies voor Herstelfinanciering, wel een ander karakter krijgen:

- omdat het hier om grootschalige technologische innovaties gaat, is het criterium van 500 werknemers wellicht te laag gesteld;
- het vraagstuk van de filiërevorming met betrekking tot het aanbodscheppende en vraagscheppende beleid - zie paragraaf 2.6 - moet ter tafel komen;
- naast het zakelijke aspect kunnen economische, sociale of ecologische beoordelingsaspecten worden toegevoegd;
- voor technologische ontwikkeling is het criterium van 'uniciteit van een onderneming' wellicht niet meer van toepassing of niet gewenst: het kan

³⁷] 'Steunverlening aan ondernemingen'; Maatschappelijkbelangen, 1987-2, blz. 54-58.

immers gaan om de ontwikkeling van produktie-technologie of technische produkten die voor een aantal ondernemingen van belang zijn; het is lastig om bij grootschalige lang-lopende technologie-ontwikkelingsprogramma's te bepalen wat onder reëel structureel rendement en continuïteit moet worden verstaan.

Bij het bepalen van keuzen tussen mogelijke investeringsprogramma's of projecten, verdient het zeker aanbeveling vast te stellen dat de commissie adviezen uitbrengt aan het Kabinet op grond van interne consensus. Naar analogie van de Commissie van Advies voor de Herstelfinanciering moet worden vastgelegd dat het kabinet in principe de aanbevelingen van de nieuwe commissie zal overnemen. Alleen wanneer zeer zwaarwegende politieke argumenten kunnen worden aangevoerd die niet bekend zijn geweest bij de voorbereiding van de besluitvorming ten aanzien van overheidsdeelname aan het project of programma moet het kabinet de ruimte hebben om adviezen van het ontwikkelingscollege af te wijzen. Over zulke afwijzingen zal het kabinet verantwoording moeten aleggen aan het parlement.

Van groot belang hier is dat één van de feilen van de MIP wordt vermeden. De MIP vertoont namelijk zelf geen of weinig initiatief in het aantrekken of genereren van ontwikkelingsprojecten. De voorgestelde participatiemaatschappij zou hier wel activiteiten moeten ontplooien, en daarvoor ook moeten zijn toegerust. Participerende financiers moeten per project kunnen bepalen of zij willen participeren in programma's die worden voorgelegd. Daarbij is er in wezen behoefte aan een organisatie die de structuur, de omvang en maatregelen voor reductie en beheersing van het risico kan beoordelen en - indien gevraagd - het project kan begeleiden ten behoeve van het fonds of van de leden van de vereniging. Door het project tijdens voorbereiding en uitvoering vroegtijdig te voorzien van adequate technisch-wetenschappelijke en organisatorische begeleiding en evaluatie, kunnen risico's worden gereduceerd. Voor de hier noodzakelijke praktische uitvoering van technisch-wetenschappelijke en organisatorische projectondersteuning en -evaluatie kan een bestaande organisatie worden ingeschakeld of een speciaal bureau worden gevormd. Voor een bestaande organisatie kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de Nationale Investerings Bank. Het bureau kan bestaan uit een vaste staf, aan te vullen met deskundigen die per programma of bouwproject worden aangesteld.

4.6.2 De plaats van de overheid

Bij de overweging van overheidsparticipaties moet worden vastgesteld in welke mate overheidsgelden zouden leiden tot versterking van de nationale kenniscirculatie. Vooral wanneer overheidskapitaal wordt geïnvesteerd in onderzoek en ontwikkelingswerk in grote technologische instituten of universiteiten kunnen prioriteitsgerichte overheidsparticipaties een stimulerende en sturende betekenis krijgen die breder is en verder reikt dan de betekenis van het feitelijke programma-onderdeel of project. Langs deze weg kunnen overheidsinvesteringen een stimulerende invloed uitoefenen op de vorming van reeksen - filières - van universiteiten, grote technologische instituten, ingenieursbureaus, producenten en gebruikers van goederen en diensten, die de bedding vormen voor een doelmatige en intensieve kennis-

circulatie (zie hoofdstuk 6). Deze wijze van indirecte financiering van kennisontwikkeling in universiteiten en semi-overheidsresearchinstellingen berust op het analytische inzicht van het voordeel - of zelfs noodzaak - van gekoppelde ontwikkeling van kennis, technologie en produkt-trajecten; waaronder ook de afzet.

In hoofdstuk 7 zal worden gewezen op de commerciële risico's van produktontwikkelingen die in ontoereikende mate worden geflankeerd door tijdige marktontwikkeling. Wellicht ten overvloede moet hierbij worden aangetekend dat de inspanningen die vereist zijn voor de ontwikkeling van de marktvraag naar nieuwe produkten of diensten zelfs aanzienlijk groter kunnen zijn dan de inspanningen die nodig zijn voor het realiseren van produkt-innovaties. Dit verschijnsel is des te belangrijker naarmate het gaat om meer complexe produkten en diensten met een meer fundamenteel innovatief karakter.

Hoewel er genoeg privaat kapitaal lijkt te zijn om grote programma's te financieren, is het risico bij dit soort programma's zo moeilijk calculeerbaar dat behoud van het eigen vermogen van financierende instellingen toch te zeer een vraagstuk vormt. Dan is het in een klein land als Nederland moeilijk een toereikend aantal private financiers voor een samenwerkingsverband te vinden tenzij bepaalde vormen van publiek-private risicodeling kunnen worden gerealiseerd. Dit gebeurt nu op kleine schaal voor de stimulering van venture capital investeringen en op aanzienlijke schaal bij de Nederlandse vliegtuigontwikkeling.

Vooral wanneer het gaat om maatschappelijk belangrijke investeringsprogramma's met grote technologische risico's is de overheid bij uitstek verantwoordelijk voor het scheppen van toereikende voorwaarden. Specifiek voor Nederland zijn bijvoorbeeld de verkeersproblemen, sommige milieuproblemen en waterbeheersingsvraagstukken. De Nederlandse overheid zal hier dan ook, bij voorkeur samen met Nederlandse private partijen, de financiering van de benodigde investeringen moeten realiseren. Financiers schrikken in die gevallen vaak terug voor zulke politiek gevoelige en daardoor commercieel riskante programma's. De overheid kan dan een initiërende rol spelen.

Het is hierbij niet nodig dat de overheid zich voor de gehele projectrealisatie als financier opstelt. Zo kan men met combinaties van financiers en bedrijven afspreken dat de overheid delen van de innovatie-fase van een technologie-ontwikkelingsprogramma of de bouw van een project finanziert. Om de commitering van een privaat consortium aan een voorgenomen hoog-risicodragend technologie-ontwikkelingsproject te versterken, kan van de participatiemaatschappij of het fonds worden gevraagd binnen de innovatie-fase een zogenaamde 'pre-feasibility' studie-fase te financieren, waarna de overheid delen van de innovatie-fase finanziert, bijvoorbeeld tot en met de proto-type ontwikkeling of de bouw van een proeffabriek. Wanneer de resultaten van die delen van de innovatie-fase positief uitvallen, kan het project worden overgenomen door een voor de aanvang van het project gevormde combinatie van bedrijven en investeerders. Het kan daarbij noodzakelijk zijn dat de overheid zich garant stelt voor dekking van

politieke risico's. Op die wijze worden de risico's van financiering op lange termijn beperkt. Verder kan de overheid bij de werving van financiers een belangrijke faciliterende rol vervullen door actief bij de financiering van programma's betrokken te blijven.

Ook kunnen sommige ontwikkelingsprogramma's vanaf de start moduulsge-
wijs worden gefinancierd om de risico-ontwikkeling te beheersen. Deze modules zijn te beschouwen als deelprogramma's die ieder apart kunnen worden afgerekend. Dit heeft twee voordelen. Allereerst is er het voordeel van de overzichtelijkheid, maar daarnaast kan een fase-gewijze aanpak er toe bijdragen dat deelprogramma's al tot return on investment leiden voordat het totale ontwikkelingsproject is afgerekend. Hierdoor kan de financieringsbehoefte en het risico voor het totale project worden gereduceerd.

Aan het eind van de innovatie-fase - als de produktie-fase of applicatie-fase van de nieuw-ontwikkelde technologie nadert - zal de overheid meestal terugtreden. Het is daarbij denkbaar dat de overheidsbijdrage geleidelijk afneemt terwijl de private bijdrage toeneemt. Deze geleidelijke overdracht van financieringsverantwoordelijkheid kan zich zelfs uitstrekken over de gehele innovatie-fase van het produkt-traject en soms zelfs doorlopen tot in de produktie-fase. Een variant hierop is dat bij positief resultaat in de eerste delen van de innovatie-fase de desbetreffende producent de overheidsbijdrage terugbetaalt, waarna de overheid deelneemt aan de financiering van daarop volgende delen van die fase. Het is denkbaar dat de overheid een beloning zou kunnen verwachten voor het gedragen risico - het return-on-capital - hoewel er bij deze gedachte een vraagteken is te plaatsen. Investeringen in delen van de innovatie-fase van een produkt-traject kunnen worden gezien als collectieve investeringen. Dat geldt zeker voor de exploratie-fase en het onderwijs.

In vroege fasen van produkt-trajecten kan de overheid in ieder geval de risico's voor private partijen verminderen. In latere fasen kunnen combinaties van private partijen dan de resterende risico's gemakkelijker dragen. Voor private financiers is dat aantrekkelijk omdat na de innovatie-fase meer zicht bestaat op technische en economische risico's van het produkt-traject. Wanneer de overheid delen van de innovatie-fase finanziert wordt het maximale risico voor private partijen in ieder geval gereduceerd en beter calculeerbaar gemaakt. Als de risico's na de innovatie-fase voor de private financierende partijen nog te groot zijn, kan de overheid voor een nader te bepalen deel van het in de produktie-fase nog te investeren kapitaal een kredietgarantie verstrekken. Ook kan een samenwerkingsverband op Europese schaal worden gezocht. Grote internationale programma's kunnen immers met reden internationaal worden gefinancierd. In de praktijk bestaan soms mogelijkheden voor het vormen van samenwerkingsverbanden tussen meerdere nationale overheden die per fase of voor de hele levenscyclus van een project risico's dragen. Defensieprogramma's en projecten als Airbus en Concorde tonen een dergelijke bi- of multilaterale, publiek-private, 'meer lagen' structuur. Ook de programma's van de Wereldbank vertonen feitelijk een dergelijke structuur. Deze bank is te beschouwen als een associatie van overheden. Voor de keuze tussen nationale of multinatio-

nale publiek-private benadering van projectfinancieringsvraagstukken zullen heldere criteria moeten worden ontwikkeld.

Een andere mogelijkheid voor verdere risicodeling of -verplaatsing ontstaat bij de ontwikkeling van kennis of produkten voor een vooraf bekende gebruiker of groep van gebruikers. Als een filière van gebruikers bekend is, kunnen deze gebruikers het risico geheel of gedeeltelijk overnemen van het producerende gedeelte van een traject.

4.7 Een gelede participatiestructuur

Naar verwachting zal de financiering van lang-lopende hoog-risicodragende investeringen steeds meer hinder ondervinden van grote, moeilijk vaststelbare technologie-risico's. Om die reden is het wenselijk om naast het huidige private financieringscircuit, en naast de bestaande mogelijkheden voor financiering van overheidswege, de financierbaarheid van dergelijke programma's veilig te stellen. Er is een mechanisme nodig waarin overheid, producerend bedrijfsleven en financiële instellingen die moeilijke, maar zeer belangrijke financiering tot stand kunnen brengen. Initiatief in die richting is van belang voor de Nederlandse positie in de internationale concurrentie tussen staten. Het gaat dan vooral om de levensvatbaarheid van bedrijven en om de participatie van het onderzoeksbestel en produkt-trajecten in de internationale kenniscirculatie. Ervaringen met voorgaande pogingen in die richting, zoals met de MIP, leren dat er een participatiestructuur wenselijk is die voorkeur uit vier hoofdgeledingen bestaat.

De eerste geleiding betreft een mechanisme dat voorstellen genereert voor grootschalige technologie-ontwikkeling. Het is van het grootste belang dat de overheid en het bedrijfsleven hierbij betrokken zijn. Voor deze initiatief-functie zijn zorgvuldige wetenschappelijke en maatschappelijke verkenningen nodig. Het spreekt vanzelf dat men daarvoor uitmuntende deskundigen moet aantrekken die op grond van eigen initiatief en creativiteit in staat zijn tot de ontwikkeling van voorstellen. Zij kunnen ook uitgaan van ideeën die producenten hebben ingebracht. Dit mechanisme heeft tot doel initiatief te nemen voor de ontwikkeling van complexe en samenhangende technologievelden. Het draagt zorg voor verkenning van mogelijkheden voor ontwikkeling en diffusie van wetenschap en technologie, ten behoeve van produkt-trajecten die ten minste voldoen aan de volgende voorwaarden;

- ze sluiten aan op nationaal specifieke sterken en behoeften;
- ze vertonen een grote gevoeligheid voor verbetering van de kenniscirculatie (zie paragraaf 3.1);
- ze bieden kansen voor duidelijke profiling van het Nederlandse produkt op de wereldmarkt.

Bij het ontwikkelen van initiatieven speelt direct de vraag of er research-instellingen, bedrijven, private en publiek-rechtelijke financieringsinstellingen voorhanden zijn voor de uitvoering van mogelijke programma's. Men moet zich vergewissen van mogelijkheden voor de ontwikkeling van institutionele structuren ter realisatie van voorgestelde programma's en voor de exploitatie van de resultaten.

Het spreekt voor zich dat het voorgestelde mechanisme waar mogelijk gebruik zal maken van reeds bestaande programmeringsorganen of branche-organisaties, zoals CMO, CUR, SBR, CROW, NWO, STW, IREM, IRO etc. Alleen wanneer dit gebruik zou leiden tot onwenselijke bureaucratisering en vertragingen in besluitvormingsprocessen, kan met partijen in desbetreffende sectoren overwogen worden het desbetreffende orgaan te passeren of het orgaan op te heffen. Deze initiatief-functie kan voorlopig het best worden gelegd bij doorvoer geschikte delen van de overheid, bijvoorbeeld een samenwerkingsverband tussen de ministeries van Economische Zaken en Onderwijs & Wetenschappen. Het is zeer de vraag of onderzoeksinstellingen in deze geleding moeten participeren, gezien hun niet per definitie produkt-gerichte belangen.

Direct hierop aansluitend volgt de *tweede geleding* waarin de selectie van initiatief-voorstellen plaatsvindt. Deze geleding is van groot economisch, bestuurlijk en politiek belang. Het gaat daarin om de definitie van lange-termijn technologie-ontwikkelings- en exploitatieprogramma's, inclusief technologie-validatie- en demonstratieprojecten. Hiervoor is een instrument vereist dat overeenkomsten vertoont met het kaliber van het College van Advies voor Herstelfinanciering. Het is van belang dat zo'n college op maatschappelijk verantwoorde gronden besluit tot lang-lopende technologie-programma's. Er is een zakelijke en technisch-wetenschappelijke beoordeling nodig, die stoeft op inzichten in de risicofactoren van voorgestelde ontwikkelingsprogramma's en in de mogelijkheden voor risico-reductie. Er is ook beoordeling gewenst van het verwachte effect op de economische ontwikkeling op lange termijn en van het verband met nationaal specifieke behoeften. Deze beoordeling draagt zeker ook politieke en bestuurlijke elementen in zich. Voor deze complexe beoordeling kan de overheid een College van Advies voor Technologie-ontwikkeling in het leven roepen. Het is denkbaar dat dit college bestaat uit kamers die specifiek gericht zijn op bepaalde produkt-trajecten. De deelname van deskundigen uit belangrijke delen van het producerende bedrijfleven is hier onmisbaar, evenals de participatie van deskundigen uit private financieringsinstellingen.

Bij het kiezen tussen mogelijke programma's of projecten, verdient het aanbeveling dat het college adviezen uitbrengt aan het Kabinet. Naar analogie van de Commissie van Advies voor de Herstelfinanciering moet worden vastgelegd dat het kabinet in principe de aanbevelingen van de commissie zal overnemen. Alleen wanneer zeer zwaarwegende politieke argumenten kunnen worden aangevoerd die niet bekend zijn geweest bij de voorbereiding van de besluitvorming ten aanzien van overheidsdeelname aan het project of programma moet het kabinet de ruimte hebben om adviezen van het college af te wijzen. Over zulke afwijzingen zal het kabinet verantwoording moeten afleggen aan het parlement.

De derde geleding bestaat uit een organisatie die de structuur, de omvang en maatregelen voor reductie en beheersing van het risico kan beoordelen en - indien gevraagd - het project kan begeleiden. Deze begeleiding bestaat uit de volgende taken:

- toezicht op het financiële beheer, desgewenst inclusief het management en/of de bestuurlijke coördinatie voor de uitvoering van de geïnitieerde programma's en voor de exploitatie van de resultaten;
- verzorging van vroegtijdige en adequate technisch-wetenschappelijke en organisatorische begeleiding en evaluatie. Dit ter reductie van risico's;
- bevordering van de nationale, en waar mogelijk internationale markt voor de industrieel-gerealiseerde produkten en diensten;
- initiatief-ontplooiing voor nieuwe industrienetwerken met een belangrijke toegevoegde economische waarde;
- de zorg voor de evaluatie van voortgang en verworven resultaten van de programma's en de rapportage daarvan aan het politieke niveau.

Voor de hier noodzakelijke praktische uitvoering van technisch-wetenschappelijke en organisatorische projectondersteuning en -evaluatie kan een bestaande organisatie worden ingeschakeld of een speciaal bureau worden gevormd. Voor een bestaande organisatie kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de Nationale Investerings Bank. Het bureau kan bestaan uit een vaste staf, aan te vullen met deskundigen die per programma of bouwproject worden aangesteld.

De vierde geleding verzorgt de financiering. Het is aan te bevelen spoedig over te gaan tot het invoeren van een 'kapitaaldienst' op de rijksbegroting, zoals eerder gemotiveerd door de Commissie voor de Rijksuitgaven in het voorlopig verslag over het wetsvoorstel 'Vierde Wijziging Comptabiliteitswet'. De Commissie stelt dat de afwegingsfunctie van de begroting en de zakelijkheid van besluiten over rijksuitgaven gediend is met toerekening van investeringslasten en overige kapitaaluitgaven aan de jaren waarin deze opbrengsten genereren. Daarbij moet wel worden aangetekend dat het toerekeningsprobleem complex is. De ruimte die ontstaat bij het afwegen van toerekeningsalternatieven kan namelijk worden gebruikt op een wijze die leidt tot verhoging van rijksuitgaven en een moeilijk te beheersen groei van toekomstige betalingsverplichtingen.

Ook de huidige situatie waarbij geen onderscheid wordt gemaakt tussen kapitaaluitgaven en consumptieve uitgaven kent echter bezwaren. Wanneer namelijk geen onderscheid wordt gemaakt tussen kapitaaluitgaven en consumptieve uitgaven bij de normering van het begrotingstekort, ontstaat een spectaculaire structurele debudgettering van investeringsuitgaven³⁸. Hierin schuilt volgens velen een ernstige bedreiging voor de economische ontwikkeling van ons land doordat deze debudgettering zou leiden tot interen op onder meer de fysieke infrastructuur en de kenniscirculatie.

Het toerekeningsprobleem lijkt oplosbaar wanneer zou worden bepaald dat de som van baten en lasten van de kapitaaldienst, die is opgebouwd in het kader van de onderhavige technologie-financiering, een zekere overheidslast per jaar - zeg 0,5 à 1 miljard - niet mag overschrijden. Dit bedrag kan worden samengesteld uit vele kleinere begrotingsreallocaties en uit bepaalde

³⁸] H. Priemus, 'Naar een kapitaaldienst op de rijksbegroting?'; Economisch Statistische Berichten, 20 juni 1990, blz. 568-571.

vormen van premieheffing. Deze premieheffing moet liefst zo worden gestructureerd dat die sectoren worden belast die het meest profiteren van bepaalde investeringsprioriteiten.

Wanneer de overheid niet kan besluiten tot het instellen van een kapitaaldienst, verdient het aanbeveling een deel van de jaarlijkse overheidslast te bestemmen voor een 'revolving fund'. Het is aan te bevelen dat de overheid hierin dan jaarlijks een vaste bijdrage stort van circa 500 miljoen gulden. Door deze bijdrage en door de opbrengsten van de gefinancierde projecten die naar dit fonds terugvloeien, zal na enige jaren van cumulatie een krachtig financieel instrument ontstaan voor de financiering van grootschalige technologie-ontwikkelingsprogramma's of bouwprojecten. Bij voldoende capaciteit is het goed denkbaar dat dit fonds ook kan worden gebruikt voor de medefinanciering van buitenlandse technologische ontwikkelingen; onder voorwaarde van betrokkenheid van Nederlandse bedrijven en onderzoeksinstellingen. Langs deze weg krijgt de Nederlandse kenniscirculatie een waardevolle buitenlandse verankering. De financiering van technologieontwikkeling kan dan niet alleen worden gebruikt voor het instandhouden van de Nederlandse economische bedrijvigheid, maar ook voor het aantrekken van buitenlandse hoogwaardige bedrijvigheid en daarmee gepaard gaande private investeringen met een optimaal, en onderzocht toekomstperspectief.

Voorwaarde voor de vier genoemde geledingen is een grote creativiteit. Van groot belang daarvoor is de participatie van deskundigen uit onderzoekbestel, bedrijfsleven, overheid en financieringswereld. De Nationale Investeringen Bank kan uitvoeringsstructuren voor private financiering ontwikkelen en een belangrijke rol spelen bij de evaluatie van programmavoorstellen en programmarendementen. Publieke en private financiers zullen oog moeten hebben voor de noodzaak tot schaalvergroting van investeringen in technologie-ontwikkeling en systeemimplementatie. Investeringen verhogen het vermogen tot realisatie van basisinnovaties in technologie en markt voor het Nederlandse bedrijfsleven. Zij bevorderen ook de verankering van het Nederlandse bedrijfsleven en onderzoekbestel in internationale markten.

5.1 De plaats van het onderwijs in het analytische schema

Naarmate de kenniscirculatie binnen de samenleving aan intensiteit wint, zal ook het opleidingspeil - als onderdeel van die circulatie - mee moeten stijgen. Investeren in scholing - de protectie van de kwaliteit van het 'human capital' - wordt daarom algemeen beschouwd als één van de belangrijkste mogelijkheden van de overheid om de kenniscirculatie te intensiveren en daarmee het bedrijfsleven in Nederland te behouden of te versterken, en om op de internationale markt een rol van betekenis te kunnen blijven spelen. De wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen verlopen steeds sneller.

In het licht daarvan laat dit hoofdstuk zien dat het zaak is te investeren in verhoging van de kennisacquisitie- en innovatiecapaciteit van het Nederlandse onderwijsysteem. Deze investering is nodig voor de protectie van het human capital ten einde voldoende kwaliteit te kunnen blijven leveren. Alleen dan kunnen scholen snel en effectief reageren op de wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen die nieuwe eisen stellen aan onderwijsprogramma's. Dit vraagt openheid voor signalen uit de maatschappij, alsmede goede communicatie met afnemers van human capital en met onderzoeksinstellingen in binnen- en buitenland. Voortdurende aanpassing van leerstof, leerplannen en inventaris, en bijscholing van docenten in het technische onderwijs en het technisch-wetenschappelijke onderwijs is onontbeerlijk. Daarnaast bevat dit hoofdstuk suggesties voor verhoging van de produktiviteit van het onderwijsysteem, ten einde de verhouding tussen kosten en baten te verbeteren. Hierdoor nemen de kosten per eenheid produkt af. Het gaat daarbij vooral om de technologisering van het nu nog veelal ambachtelijk onderwijs als produktie-proces.

Om de rol van het onderwijsbestel als belangrijk orgaan voor aanvoer, verwerking en afzet van kennis in de kenniscirculatie te intensiveren, is verhoging geboden van het absorptievermogen en de produktiviteit van onderwijsinstellingen. Dat heeft financiële consequenties. De gemeenschap die deze niet wil dragen, ondervindt zijn toekomst te midden van andere geïndustrialiseerde landen. Informatie-technische produkten en produktssystemen voor computer-ondersteund onderwijs en onderwijs op afstand, en de ontwikkeling en toepassing van nieuwe leermiddelen en methoden, zullen in belangrijke mate moeten helpen bij de verhoging van het absorptievermogen en de vergroting van de produktiviteit. De technologisering van het nog steeds zo ambachtelijke onderwijs zal de komende decennia een belangrijke kern moeten zijn van het beleid voor het totale onderwijsbestel. Het behoud van het mens-vormend karakter van het onderwijs staat daarbij voorop. De technologisering en alle ontwikkeling van leerstof, leerplan en leermiddelen, zullen voorts gericht moeten zijn op verhoging en intensivering van het internationale karakter van al het aan technologie gerelateerde onderwijs.

Er is in de afgelopen decennia een kloof ontstaan tussen kwantiteit en kwaliteit van het geproduceerde menselijk kapitaal en de eisen die het bedrijfsleven en andere belanghebbenden daaraan stellen. Men hoort vaak de klacht dat het onderwijs niet in staat is op tijd het human capital te leveren dat past bij de kennisvraag. In vele rapporten over en evaluaties van het onderwijs wordt met grote regelmaat een aantal tekortkomingen geconstateerd. Bijstelling van het beleid met betrekking tot het onderwijsbestel vereist dan ook intensieve aandacht van de overheid. Een belangrijk onderdeel van de wenselijke veranderingen in het onderwijsbestel is grotere inhoudelijke, materiële, personele en eventueel ook financiële betrokkenheid van producenten als gebruikers van het onderwijsprodukt.

Daarbij gaat het ook om professionalisering van het produkt-traject 'onderwijs'. Waar dynamisering van de vraag in het algemeen roept om professionalisering van de produktie-fase, is dat ook zo in het onderwijs. Dit betekent dat aan de aanvoerzijde van dit traject verbetering nodig is van het inhoudelijke niveau van de docent, alsmede de verbetering van zijn didactische kwaliteiten.

Gezien de vitale rol van onderwijs bij verwerving, doorstroming en exploitatie van kennis - het onderwijs als belangrijke schakel in de kenniscirculatie (zie hoofdstuk 2) - is de kwaliteit en effectiviteit van het Nederlandse onderwijs-systeem één van de belangrijkste voorwaarden voor het concurrentievermogen van economische sectoren. Vooral die sectoren van het beroeps- en wetenschappelijk onderwijs verdienen de aandacht die het concurrentievermogen van het Nederlandse bedrijfsleven op de wereldmarkt bepalen.

5.2 De ontwikkeling in het technische beroepsonderwijs

Het technisch onderwijs moet de ontwikkelingen in technologie en markt kunnen bijhouden. De aansluiting staat hier echter onder druk. Het toenemende tempo van wetenschappelijke en technologische ontwikkeling vereist continue aanpassing van leerstofpakketten. Bestaande leerstof, leerplannen en inventaris verouderen relatief snel, wat investeringen vraagt om bij te blijven en de rol als kennis-transferkanaal te kunnen behouden. In sommige technologiegebieden als de informatie-technologie, de materiaalkunde, de biochemie en de biotechnologie gaan die veranderingen momenteel zelfs zeer snel. Omdat het technisch onderwijs kostbare inventaris en apparatuur nodig heeft, lijkt het vanzelfsprekend dat dit onderwijs duurder is dan bijvoorbeeld het algemeen vormend onderwijs. Toch blijkt uit een onderzoek van het VNO³⁹ dat het middelbaar-technisch onderwijs (MTO) op veel punten tekort komt bij het HAVO/VWO.

³⁹] Bekostiging van middelbaar technisch onderwijs, 1989.

Tabel 5.1 Kosten per leerling

	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>
HAVO/VWO	5900	5900	5977	6055	6133
MTO	6141	5939	5141	5218	5070

Uit een onderzoek van de VHTS blijkt dat ook het hoger technisch onderwijs een aanzienlijke terugloop in budgetten kent ⁴⁰. Zoals zichtbaar in onderstaande tabel, is het inventarisbudget per student met 58% gedaald.

Tabel 5.2 Inventarisbudget per leerling in gulden

<u>1980 / 1981</u>	<u>1984 / 1985</u>
fl. 386,-	fl. 165,-

Deze verlagingen brengen de kwaliteit van het technische onderwijs in gevaar. Vertragingstijden van 10 à 12 jaar in de aanpassing van leerstof en leerplannen aan de stand der techniek zijn normaal. De ouillage veroudert, waardoor practica en laboratoriumlessen niet meer adequaat worden verzorgd. Op personeelsgebied ontstaan problemen door bezuinigingen op de personeelsformatie, achteruitgang in status en salaris, zware taakbelasting en slechte secundaire arbeidsvoorraarden. Vacatures zijn daardoor vaak niet op het juiste niveau in te vullen ⁴¹. In hoofdlijnen kan men constateren dat het technische onderwijs achter loopt bij de dynamiek in de vraag naar kwantiteit en kwaliteit van geschoolde mensen.

Er is spanning zichtbaar tussen de systematische bezuinigingen in de sfeer van bekostiging en declarabele kosten voor vernieuwing van inventaris, gebouwen, leerplannen, leerstof en bijscholing van docenten enerzijds en de toenemende kosten van het technische onderwijs anderzijds. Het zal dan ook duidelijk zijn dat men hierdoor niet zonder meer van het onderwijsbestel kan verwachten dat aan de aanpassingseisen wordt voldaan. Een ruimer budget voor het gehele onderwijsbestel om de in het technisch onderwijs opgelopen achterstanden in te halen, lijkt binnen de gegeven omstandigheden echter moeilijk haalbaar. Daarbij komt dat het Nederlandse onderwijsysteem, vergeleken bij het buitenland, al tot één van de duurste behoort ⁴².

⁴⁰] Zwartboek personeel hoger technisch onderwijs, VHTS 1985; Rijkdom van het onvoltooide; uitdagingen voor het Nederlandse onderwijs, Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, 1989.

Zwartboek personeel hoger technisch onderwijs, 1985.

⁴²] Rijkdom van het onvoltooide; uitdagingen voor het Nederlandse onderwijs.

5.3 Oplossingsrichtingen

Als er inderdaad een slechte aansluiting bestaat tussen de kwaliteit van de afgeleverde geschoolden en de behoeften die in het bedrijfsleven bestaan, dan is het van groot belang het bedrijfsleven - en de werknemersorganisaties - nauw bij het beroepsonderwijs te betrekken. Het produkt 'onderwijs' voldoet blijkbaar niet aan de eisen die de gebruiker stelt. Het is dan in lijn met het produkt-gerichte analytische schema om de wensen van de gebruiker te laten meetellen in de produktie-fase, opdat het produkt beter voldoet aan de in de markt geformuleerde eisen. Men kan daarbij denken aan een dual onderwijsysteem waarbinnen de overheid verantwoordelijk is voor de meer algemene basisvaardigheden⁴³. De meer specifieke, bedrijfsgerichte vaardigheden kunnen worden gedefinieerd met behulp van onder meer het bedrijfsleven. Het bedrijfsleven is immers op de hoogte van recente ontwikkelingen en behoeften aan kennis bij kennisgebruikers. Bij het signaleren van de actuele ontwikkelingen kan ook de vakbeweging een belangrijke rol spelen.

Politiek evenwichtige betrokkenheid van werkgevers- en werknemersorganisaties bij de inhoudelijke inrichting van het beroepsonderwijs is een noodzakelijke voorwaarde voor de maatschappelijke aanvaardbaarheid van deze toch vergaande inmenging van belanghebbenden in het onderwijsysteem. Voorwaarde is ook dat scholen en docenten bereid zijn om de aanbevolen vernieuwingen in hun onderwijspakket op te nemen. Het verzamelen van kennis en het ontwikkelen van leerstof kan per bedrijfstak en/of disciplinegebied gebeuren. Zo heeft het bijvoorbeeld weinig zin wanneer het onderwijs ten behoeve van de bouw en het onderwijs ten behoeve van de metaalverwerkende en elektrotechnische industrieën separaat kennis verzamelen op het gebied van staalsoorten, hun oppervlaktebehandelingen en bewerkingstechnieken.

Als het bedrijfsleven en werknemersorganisaties de bijstellingen in het beroepsonderwijs willen aangeven, dan zullen zij de veranderingsprocessen in het onderwijs ook moeten steunen. Het bedrijfsleven - als co-maker - krijgt daarbij de verantwoordelijkheid voor de specialistische scholing met de daarbij behorende meer geavanceerde apparatuur. Men kan daarbij eveneens denken aan het oprichten van regionale 'technologiecentra'. Daar staat branchege richt, speciale en dure apparatuur opgesteld die door HBO, MBO en het WO gezamenlijk met het bedrijfsleven wordt aangeschaft en geëxploiteerd⁴⁴. De onderwijsinstellingen kunnen hun studenten in dergelijke centra ervaring op laten doen met de daar beschikbare apparatuur en het bedrijfsleven kan er zijn werknemers laten bijkijken. Een goed voorbeeld van dit model is het trainingscentrum van de grafische bedrijfstak, waar studenten in Grafisch Management van de Hogeschool Midden-Brabant op de in het centrum aanwezige apparatuur leren werken. Ook het robot-

⁴³] Onderwijs en arbeidsmarkt; naar een werkzaam traject; tijdelijke adviescommissie Onderwijs en Arbeidsmarkt onder voorzitterschap van mr Ir F.C. Rauwenhoff, 1990.

⁴⁴] De SMO wijst eveneens op het belang van een gezamenlijke inzet van kostbare infrastructuur in specifiek geoutilleerde instructie-/praktijkruimten; Het onderwijs als Nederlands wapen in de internationale concurrentiestrijd, SMO, 1989; zie eveneens Onderwijs en arbeidsmarkt; naar een werkzaam traject.

flexibele automatiseringlaboratorium aan de TU Delft, opgezet door de TU en een groot aantal HTS-opleidingen, is zo'n voorbeeld. Bij de opzet van dergelijke centra is echter wel aandacht nodig voor het praktische probleem dat bijscholing zich moeilijk laat verenigen met het voor het onderwijs noodzakelijke strakke lesrooster. Hiervoor is wellicht een oplossing te vinden door beperking van de bijscholingscursussen tot de avonduren.

In deze duale benadering is het onderwijs te zien als een continuüm: initieel onderwijs bereidt de studenten voor op de entree op de arbeidsmarkt terwijl latere, meer specialistische scholing dan via de bedrijven kan plaatsvinden. Men kan hierbij denken aan uitbreiding van het reeds bestaande systeem van het leerlingwezen. Bij het opzetten en stimuleren hiervan kunnen werkneemers-organisaties een rol op zich nemen als natuurlijke gesprekspartner van de desbetreffende bedrijven. Het bedrijfsleven en de werkneemersorganisaties worden op deze manier meer betrokken bij de beroepsscholing van toekomstige werkneemers.

Voor de kwaliteit van het onderwijs is niet alleen de beschikbaarheid van een moderne inventaris van belang. Goed onderwijs veronderstelt voldoende kwantiteit en voldoende kwaliteit van de onderwijsgevenden. In het technisch onderwijs zijn de resultaten van recruterung en opleiding van nieuwe leraren echter zorgwekkend. Lang niet alle afgestudeerde docenten met een technische opleiding gaan het onderwijs in wegens bezuinigingen op onderwijs salarissen, werkdruk, taakbelasting en geringe mogelijkheden voor carrière en mobiliteit. Daarnaast werden docenten techniek vroeger hoger ingeschaald. In het huidige financieringssysteem is daar geen rekening mee gehouden, waardoor tekorten zijn ontstaan met soms dramatische bezuinigingen op personeel als gevolg. Daarbij gaat het om docentenplaatsen en werkplaatsassistenten.⁴⁵.

Om de vlucht naar het bedrijfsleven af te dammen, kan men denken aan het instellen van een contractuele verplichting voor aankomende docenten om na hun opleiding een aantal jaren in het onderwijs te werken. Een dergelijke verplichting is echter pas voorstellbaar als het docentschap weer voldoende aanzien heeft gekregen, bijvoorbeeld door het voeren van een carrièrebeleid voor docenten en door verbetering van secundaire arbeidsvoorwaarden⁴⁶. Het zou wenselijk zijn als docenten, afhankelijk van hun didactische kwaliteiten en vakkennis, rangen kunnen doorlopen die uitmonden in een 'seniordocentschap'. Hierdoor zullen in de onderwijsinstellingen twee stromen personeel ontstaan: docenten en managers, waarbij de seniordocent en de manager gelijkwaardig zijn in salariëring. Ook zou de status van zo'n topdocent overeen kunnen komen met die van leidinggevenden in het bedrijfsleven.

⁴⁵] Vergelijk het rapport Gevolgen rendementskorting MBO/KMBO; Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, Inspectie MBO/WJ, 1989.

⁴⁶] Review van het onderwijsbeleid in Nederland; verslag en vragen; OESO-rapportage, 1990.

5.4 Financiering

Om binnen de beperkingen van het huidige budget de hier genoemde maatregelen te kunnen invoeren, zijn vele aanpassingen in de onderwijsfinanciering nodig. Zo zal de overheid zich moeten herbezinnen op de verdeling van de gelden over de onderwijssectoren: een uitermate gevoelig, politiek beladen vraagstuk. De sectoren die van belang zijn voor het concurrentievermogen van onze economie - en vooral die waarbinnen zich snel veranderende technologieën voordoen en waar men te maken heeft met de aanschaf van kostbare outillage - zouden in aanmerking komen voor aanpassing in de budgetten. De hiervoor benodigde middelen zijn niet alleen te vinden in reallocatie, maar men kan ook denken aan financiering via het genoemde duale onderwijsbestel waarin de basisvorming ten laste komt van de overheid en de meer specialistische opleiding - met kostbare en geavanceerde apparatuur - ten laste van het bedrijfsleven. De positie hierin van werknemersorganisaties is moeilijk omdat deze organisaties te weinig mogelijkheden hebben om gelijk aan de werkgevers de eigen eisen met financiële middelen te kunnen ondersteunen. Hiervoor zijn wel oplossingen denkbaar maar deze zijn vooralsnog politiek en bestuurlijk lastig bespreekbaar te maken. Deze bespreekbaarheid zal pas groeien als het politieke inzicht ontstaat dat de invloed van werkgevers op het curriculum vergezeld dient te gaan van een vergelijkbare invloed van werknemerszijde.

Ook is het van belang dat onderwijsinstellingen meer eigen verantwoordelijkheid krijgen, meer eigen beslissingen kunnen nemen, actief in kunnen spelen op veranderingen in technologie en maatschappij, en meer ruimte krijgen voor het voeren van een eigen bestedings- en personeelsbeleid. Dit betekent dat onderwijsinstellingen zullen professionaliseren - werkelijk het onderwijs gaan zien als produkt - waardoor zij beter de van een produkt-traject gevraagde kwaliteit kunnen leveren. Daarvoor is het wenselijk dat er afspraken komen over de jaarlijks te verstrekken gelden, via lang-lopende contracten tussen onderwijs, overheid, bedrijfsleven en zo mogelijk werknemersorganisaties. De scholen weten dan welk bedrag zij voor een bepaalde periode mogen verwachten. Als men tevens overgaat tot globalisering van de kostenbesteding - zoals reeds is voorgenomen voor het HBO - zijn scholen eerder in staat fondsen te vormen voor het eigen beleid. Een school die strategische keuzen maakt kan dan de middelen daarvoor reserveren. Verzelfstandiging draagt zo bij tot flexibiliteit van het onderwijs⁴⁷.

Zowel de publieke als de private sector moeten onder ogen zien dat hun bijdrage aan de financiering van het onderwijs geen grote schommelingen kan verdragen. Door schoksgewijze veranderingen zou destabilisatie van het kennisaanbodbestel ontstaan, met doorwerkende schade-effecten voor bepaalde sectoren van bedrijvigheid. Uit bestuurlijk oogpunt gezien, rijst hier de kwestie van de mate waarin private belanghebbenden kunnen worden ingeschakeld bij de financiering van reguliere onderwijsvoorzieningen. In ieder geval zijn er contractuele kaders nodig om discontinuitelen te voorkomen.

⁴⁷] Zie ook: Onderwijs en arbeidsmarkt; naar een werkzaam traject en Rijkdom van het onvoltooide; uitdagingen voor het Nederlandse onderwijs.

6.1 De plaats van onderzoeksinstiututen in het analytische schema

Het nationale instituutspatroon voor fundamenteel en toegepast wetenschappelijk en technologisch onderzoek - een onderdeel van de eerste omgevingsfactor: instituties - is een uiterst vitale factor in de Nederlandse kenniscirculatie. De nationale technisch-wetenschappelijke onderzoeksinfrastructuur bestaat uit instellingen voor toegepast natuurwetenschappelijk en technologisch onderzoek, inclusief de grote technologische instituten (GTI's), en een drietal Technische Universiteiten voor fundamenteel en toegepast natuurwetenschappelijk en technisch-wetenschappelijk onderzoek. Universiteiten, TNO, GTI's, ingenieursbureaus en consultants, ondernemingen die zijn gericht op de produktie van goederen en diensten, en gebruikers (individueel en institutioneel) vormen te zamen de schakels van de kenniscirculatie.

Dit hoofdstuk richt de aandacht vooral op de functie van de GTI's in de kenniscirculatie. In het onderzoekbestel verzorgen de GTI's - in hun respectieve technologiegebieden - de verbinding tussen fundamentele kennis en praktische toepassing. Voor een aantal produkt-trajecten (economische sectoren) vervullen GTI's een explorerende en intermediaire functie. Op tal van terreinen van maatschappelijk belang draagt de expertise van die institutien bij aan de technisch-wetenschappelijke dienstverlening. Complexiteitstoename in wetenschap en technologie, de daaruit voortvloeiende noodzaak tot schaalvergrotting, alsmede de toenemende internationale concurrentie tussen onderzoekinstellingen vereisen concentratie van onderzoek en ontwikkeling in GTI-achtige structuren. Dit hoofdstuk behandelt de aanpassing van het onderzoekbestel die nodig zijn om de slagkracht en wendbaarheid op te brengen om te kunnen voldoen aan de eisen van de markt en om andere maatschappelijke belangen adequaat te kunnen bedienen. Dit hoofdstuk bevat een pleidooi voor concentratie en stroomlijning in het onderzoekbestel voor de intensivering van de kenniscirculatie in produkt-trajecten.

Gezien vanuit het analytische schema is het opvallend hoe sterk verschillende institutien zijn gericht op één technologie-cluster, één produkt-traject of bundel produkt-trajecten, en vaak op een beperkt aantal kennisgebruikers. Dit is opmerkelijk omdat de samenleving juist vraagt om kennisintegratie uit een groot aantal technologie-clusters. Het instituutspatroon heeft daardoor soms onvoldoende capaciteit om complexe maatschappelijke problemen aan te pakken. Te denken is hier aan verkeerscongestie-problemen, innovaties in de produktie-technologieën, milieuvraagstukken en risico-analyses. Zo valt het op dat voor de informatietechnologie of het transport weinig of geen geconcentreerde research-institutien bestaan, ondanks de grote belangen die op het spel staan. Hetzelfde geldt voor de multidisciplinaire ontwikkeling van nieuwe processen en produkten in de sfeer van de chemische procestechnologie, de materiaalkunde of de bouwtechnologie. Ook voor de technologisering van het onderwijsbestel - zoals besproken in hoofdstuk 5 - ontbreekt elk krachtige research-inspanning die goed en zichtbaar in een instituut is geconcentreerd.

Ook dit is opmerkelijk omdat het onderwijs een produkt-traject is dat jaarlijks tientallen miljarden guldens omzet. Het vraagstuk van de aanpassing tussen de verwachte kennisvraag en het leverbare kennisaanbod verschilt sterk van sector tot sector.

De definitie van doelstellingen voor het instituutspatroon als geheel, en ook van doelstellingen voor afzonderlijke instituten, laten soms aan duidelijkheid en coherentie te wensen over. Ook is het niet duidelijk hoe zij kunnen reageren op veranderingen in de kennisvraag. Deze definitiekwestie raakt direct het commerciële rendement van de GTI's omdat alleen het voldoen aan de kennisvraag de basis kan leggen voor de continuïteit van de kapitaalvoorziening voor het kennisaanbod; zie paragraaf 2.5.

Het is evenmin duidelijk in welke mate de basisfinanciering die zij van overheidswege ontvangen hen ook werkelijk in staat stelt de exploratieve en innoverende facetten van hun functie waar te maken. Ook rijst er een vraag met betrekking tot de bestuurlijke verkokerij binnen de overheid en de bestuurlijke vermogens op instituutsniveau. Het is namelijk de vraag of de bestuurlijke wendbaarheid en slagkracht voldoende is om de GTI's te kunnen handhaven en profileren op een open Europese onderzoeksmarkt.

Zorgvuldige analyse van de rol van grote wetenschappelijke en technologische instituten is dringend gewenst. Hieruit kan blijken of zij de komende decennia zijn opgewassen tegen de eisen van het wetenschappelijke en technologische onderzoek en van produkt-trajecten. In analytisch opzicht gaat het om de vraag hoe het instituutspatroon zou moeten zijn ingericht opdat het de intensiteit van de kenniscirculatie optimaal bevordert. Wat is de functie van GTI's met betrekking tot de doorstromingspatronen van kennis vanaf de exploratie-fase, via de innovatie-fase naar de produktie-fase, de gebruiksfase en eindfase; en ook weer terug.

In analytische zin hebben GTI's en de belendende instellingen de volgende taakverdeling in de kenniscirculatie. De hoofdtaak van het universitaire onderzoek is het verrichten van grensverleggend fundamenteel wetenschappelijk onderzoek, alsmede de vorming van de hiervoor geschikte kennis-elit. De plaats van dit onderzoek in het analytische schema is te vinden in de exploratie-fase, die merendeels los staat van produkt-trajecten. De GTI's zijn wél verbonden met produkt-trajecten waarvoor zij ook een duidelijk grensverleggende onderzoekstaak hebben. Hun hoofdtaak is de verzorging van de verbinding tussen de exploratie-fase, de innovatie-fase en de produktie-fase van produkt-trajecten. Zij worden door kennisgebruikers - producenten in produkt-trajecten - aangetrokken wegens hun specifieke professionele kennis (zie hoofdstuk 3). Zij hebben een adviserende en ondersteunende consultancy-functie wanneer zich duidelijke problemen voordoen aan de grens van de bekende technisch-wetenschappelijke mogelijkheden. De ingenieursbureaus tenslotte verrichten - ook als consultants - hun functie in de kenniscirculatie wat later in de innovatie-fase, en zeer zeker in de produktie-fase. Zij hebben geen directe connectie met fundamenteel onderzoek.

Natuurlijk geldt deze analytische taaktoewijzing niet exclusief. Zowel universiteiten als GTI's zijn niet alleen in de exploratie- en innovatie-fasen werkzaam

maar ook in de daarop volgende fasen van produkt-trajecten. Zeker nu de eindfase meer aandacht krijgt in verband met de milieu-problematiek is het te verwachten dat bijvoorbeeld GTT's zich ook met het eind van de levenscyci van produkten gaan bezighouden. Een goed voorbeeld hiervan is de betrokkenheid van Grondmechanica Delft (GD) bij bodemsaneringsactiviteiten. Niettemin geeft deze ordening een goede indruk van de hoofdpositie van de verschillende instellingen.

Wat de GTT's betreft, is het zichtbaar dat zij een intermediaire functie vervullen tussen universiteiten en de markt, en wel in tweeërlei opzicht. Zij verzorgen idealiter het kennisaanbod van universitaire oorsprong in produkt-trajecten, maar tegelijkertijd hebben zij de zeer belangrijke functie van toegangspoort van de kennisvraag uit die trajecten in de richting van de exploratie-fase waarin vooral de universiteiten hun hoofdfunctie vervullen. Om die intermediaire functie goed te kunnen vervullen, moeten zij voor zowel de markt als voor universiteiten interessante partners zijn. Dat houdt onder meer de volgende voorwaarden in:

- zij moeten beschikken over een hoogwaardig kennislichaam met een fundamenteel karakter waarvan toepassingen door de kennisgebruikers worden gevraagd;
- het kennislichaam moet zo mogelijk een internationaal unieke marktwaarde hebben. Deze profiling is belangrijk opdat de GTT's ook in een groter Europa de concurrentie met soortgelijke instellingen met succes kunnen volhouden;
- zij dienen tevens te beschikken over een netwerk in de universitaire en de producerende sfeer, opdat de intermediaire functie - wat in analytische zin neerkomt op management van de kennislogistiek - feitelijk kan worden vervuld.

Een hoogwaardig instituut als het NLR dankt zijn internationale reputatie aan de omvangrijke kennis op het gebied van de aerodynamica. GD geniet internationaal respect en heeft grote marktwaarde op grond van de kennis op het gebied van de grondmechanica van zachte bodems (niet-geconsolideerde strata). Het WL dankt zijn internationale reputatie aan zijn grote kennis op het gebied van de hydrodynamica en de kustgenese. Zo zullen ook afzonderlijke TNO-instituten en het ECN moeten komen tot de ontwikkeling van hoogwaardige kennislichamen op een specifiek theoriegebied. Vanuit die kennis kunnen, in combinatie met andere disciplines waarvoor kennis wordt betrokken van andere instellingen, goederen en diensten voor de markt worden ontwikkeld. Zo zou ECN kunnen kiezen voor het theoriegebied van de thermodynamische systemen als kern van het eigen specifieke kennisgebied.

Wanneer een instituut een fundamenteel kennisgebied als kern van het eigen kennislichaam kiest, zal dat instituut internationaal excellerende specialisten op dat gebied moeten aantrekken. Dat is nodig om zich in de Europese of de mondiale arena van onderzoekinstiututen en bedrijven markant te kunnen profileren. Grote technologische onderzoekinstiututen die niet beschikken over een internationaal erkende excellentie op een bepaald kennisgebied, zullen in de toenemende concurrentie van een open Europese kennismarkt naar de achtergrond verschuiven en vroeger of later van het toneel verdwijnen.

Datzelfde kan ook gelden voor instituten die weliswaar beschikken over een excellerend kennislichaam, maar dan op een gebied dat niet interessant is voor belangrijke produkt-trajecten.

Nieuwe instituten zijn gewenst, bijvoorbeeld op het gebied van de toegepaste kwantummechanica voor theoretisch en toegepast onderzoek naar chemische katalyse, op het gebied van de toepassing van vaste-stoffysica en de fysische-anorganische chemie ten behoeve van de micro-mechanica, op het gebied van de operationele analyse en systeem-theorie ten behoeve van transport en logistiek, en op het gebied van de procestechnologie.

Als de vervulling van de drie boven genoemde voorwaarden ter hand wordt genomen, kan - onder meer aan de hand van specifieke connecties tussen een GTI en zijn universitaire en maatschappelijke omgeving - worden gezocht naar antwoorden op vraagstukken met betrekking tot de financiering. Op grond van het analytische schema zijn hierover geen precieze uitspraken te doen, wat niet wegneemt dat er wel enige opmerkingen over zijn te maken; zie paragraaf 6.4.

6.2 De ontwikkeling van het GTI-patroon

De fundamentalisering of verwetenschappelijking van vele gebieden van technologie is een belangrijk argument voor groeiende samenwerking tussen universitaire researchgroepen en tweede-geldstroom-onderzoekinstellingen enerzijds en GTI's anderzijds. Ook doen zich in wetenschap en technologie ontwikkelingen voor waardoor de binnen één sector opgebouwde expertise van belang wordt voor andere sectoren. Dit is bijvoorbeeld zichtbaar in de software-ontwikkeling, materialenkennis, systeemanalyse, simulatietechnieken en dergelijke.

Een significante tendens in wetenschap en technologie, al genoemd in hoofdstuk 2, is de groeiende multidisciplinariteit. Deze is nodig voor basisinnovaties en de aanpak van complexe maatschappelijke problemen. Multidisciplinariteit vergt intensieve samenwerking tussen onderzoekers uit uiteenlopende disciplines, alsmede de beschikbaarheid van vaak kostbare faciliteiten. Alliantievorming is dringend noodzakelijk, evenals het scheppen van nieuwe instituten. Nu heeft de overheid er al in WBU '90 op gewezen dat het instituutspatroon en de bestuurlijke structuur daarvan gekenmerkt wordt door monodisciplinariteit. De wijze waarop onderzoeksinstellingen momenteel functioneren, leidt eerder tot onderlinge concurrentie dan tot duidelijke netwerkvorming en onderlinge versterking. Dit komt onder meer doordat GTI's, universiteiten en andere onderzoekinstellingen hun inkomsten ten dele in concurrentie met elkaar moeten verwerven op een open kennismarkt. Opzet en uitvoering van multidisciplinair onderzoek wordt dan vaak ernstig belemmerd. Het is te verwachten dat er aanzienlijke bestuurlijke en financiële problemen zullen ontstaan rond de noodzakelijke herstructurering of aanvulling van het instituutspatroon.

De vraag naar multidisciplinair onderzoek groeit en de kosten van wetenschappelijk en technologisch speurwerk stijgen. In dat licht is het wenselijk dat overheid, universiteiten en GTI's zich ernstig beraden op de essentie van

hun respectievelijke rol in de kenniscirculatie in het algemeen, en in produkt-trajecten in het bijzonder. Het lijkt daarbij van groot belang dat universiteiten zich in vooral toeleggen op de exploratie-fase van de kenniscirculatie, terwijl de GTI's zich explicet toeleggen op hun functie in de innovatie-fase. Zo kunnen de eerste en tweede geldstroom voor de financiering van fundamenteel onderzoek in combinatie met de geldstromen voor basisfinanciering en doelsubsidies voor de GTI's worden aangewend voor serieschakeling van onderzoeksgroepen. Dat kan op zijn beurt leiden tot versterking van de capaciteitsinzet voor, en strategisch gericht speurwerk ten behoeve van, grote maatschappelijke problemen waarvoor GTI's, ingenieursbureaus en bedrijven aanpak en oplossing moeten leveren.

Het belang van traditionele markten neemt af als gevolg van wijzigingen in de maatschappelijke context. Wegens deze bedreigingen, gesteekt door gelijkluidende observaties van Pavitt en Soete, heeft de overheid het standpunt ingenomen dat er dient te worden geïnvesteerd in de vernieuwing van het instituutspatroon en in de aanpassing daarvan aan de ontwikkeling in wetenschap, technologie en maatschappij.⁴⁸

Er zijn steeds grotere inspanningen vereist voordat een nieuw produkt met voldoende commercieel rendement kan worden geëxploiteerd. Bijvoorbeeld ontwikkelingen van nieuwe energieconversietechnologieën of van nieuwe produktieprocessen voor de chemische industrie, de formulering van beheersstrategieën voor complexe watersystemen, de behandeling van eco-dynamische problemen met betrekking tot de spreiding van verontreinigingen in het grond- en oppervlaktewater, of de ontwikkeling van geavanceerde telematicasystemen en -diensten, vergen een veel omvangrijker schaal van de research-investeringen en overdrachtsinspanningen dan in het beginstadium van zulke technologiegebieden het geval was. De stijgende kosten van proces-, produkt- en marktontwikkeling dwingen de GTI's zowel op het gebied van de kennisontwikkeling als op het gebied van de afzet van produkten en diensten te werken in steeds grotere samenwerkingsverbanden.

De ontwikkeling van die samenwerkingsverbanden vergt aanzienlijke investeringen en inspanningen, waarvoor de financiële en personele ruimte vaak onvoldoende aanwezig is. Er zijn sectorspecifieke marktcondities die er wellicht wel voor zorgen dat GTI's zullen verdwijnen, maar niet dat er in nieuwe instituten wordt geïnvesteerd onder meer vanwege de korte termijngerichtheid van private partijen en soms ook van overheidsinstellingen. Anderzijds investeert de overheid onvoldoende in ordening en verandering van het huidige instituutspatroon.

De overheid heeft altijd al een rol gespeeld in de ontwikkeling van GTI's. Na de Tweede Wereldoorlog is het patroon van GTI's uitgebreid en versterkt voor de wederopbouw van het land. Zo ontstond het Reactor Centrum Nederland; het latere Energie-onderzoek Centrum Nederland (ECN). Uit een samenvoeging van het Nederlands Scheepsbouwkundig Proefstation en het Nederlands Maritiem Instituut kwam het Maritiem Research Instituut

⁴⁸] Wetenschapsbudget 1991; blz. 6-7.

Nederland (MARIN) voort. De financiële relatie van de verschillende instituten en instellingen was voornamelijk op die wederopbouw gebaseerd. Een groot deel van het instituutspatroon voor toegepast wetenschappelijk onderzoek, inclusief TNO, is ontstaan in een tijd die werd gekenmerkt door heel andere kennisstructuren en -vragen dan die welke in de komende decennia aan de orde zullen zijn.

Wanneer aan het eind van de jaren zeventig de economische recessie structureel blijkt, wordt de kracht van het instituutspatroon vooral gericht op de verbetering van het internationale concurrentievermogen van Nederland. Het beleid kreeg een duidelijke prioriteitsstelling in de richting van de zogeheten sleuteltechnologieën. Deze werden, en worden nog steeds gestimuleerd via gerichte technologieprogramma's met als doel de vernieuwing van de technologische basis. Het onderzoeksbeleid is hierdoor sterk industrieel van aard. Het verschaft de middelen voor onderzoeksprojecten die relevant zijn voor de industrie.

De overheid vervult in dit deel van de kenniscirculatie drie permanente taken:

- bewaking van de onderzoekinfrastructuur;
- veilig stellen van voor Nederland essentiële kennis;
- versterking van de Nederlandse concurrentiepositie en andere collectieve belangen.

Het functioneren van de private en de publieke sector, en de betekenis van de publieke sector voor private partijen, zal wegens de gestaag groeiende kosten van kennisontwikkeling mede worden bepaald door de intensiteit van het collectief gefinancierde deel van de kenniscirculatie. Dit geeft de overheid een belangrijke taak op het gebied van fundamenteel en strategisch onderzoek - de exploratie-fase - als basis voor het wetenschappelijk onderwijs en voor het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek - de innovatie-fase - zoals dat bij de GTI's en in sommige industrieën plaatsvindt. Deze taak heeft een extra gewicht omdat producenten in een sterk competitieve omgeving geringe bereidheid vertonen tot het verrichten van fundamenteel onderzoek. Dat geldt op het ogenblik in zekere zin ook voor het grensverleggend onderzoek en de technologie-ontwikkeling van de GTI's.

Van de grote groep instituten, instellingen en faculteiten vervullen de vijf grote technologische instituten verschillende belangrijke functies in de Nederlandse samenleving. Het Energie-onderzoek Centrum Nederland (ECN) richt zich primair op het onderzoek betreffende de energieconversieprocessen voor energievoorziening, waar milieu-onderzoek aan wordt gerelateerd. Daarnaast worden de aanwezige apparatuur en disciplines ook ingezet voor ander onderzoek, bijvoorbeeld op het gebied van nieuwe materialen. Het ECN ondervindt mededinging van bijvoorbeeld de KEMA, bepaalde TNO-instituten en universitaire groepen. Op het gebied van de zonne-energie en windenergie zijn in Nederland ook vakgroepen van technische universiteiten actief, terwijl ook het laboratorium voor atoom- en molekuulfysica en het instituut voor plasmafysica van de stichting FOM, het NLR, het RIVM en vele ingenieursbureaus en industriële laboratoria zich in Nederland bewegen op technologiegebieden waarop het ECN actief wil zijn. De financiering van

ECN geschiedt voor het merendeel uit vormen van overheidssubsidie en overheidsopdrachten, en slechts voor een beperkt deel uit private opdrachten, en dan nog voornamelijk uit de binnenlandse markt.

De Stichting Maritiem Research Instituut Nederland (MARIN) heeft als statutair doel het verrichten van onderzoeks- en ontwikkelingsactiviteiten op het gebied van het scheepsontwerp, de scheepsbouw en de maritieme aspecten van 'ocean engineering'; een en ander in de ruimste zin van het woord. Op dezelfde en aanpalende terreinen wordt in Nederland werk verricht door vakgroepen van de TUD en het WL.

De Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) richt zich op onderzoeks- en ontwikkelingswerk op het terrein van de lucht- en ruimtevaarttechnologie, zoals aerodynamisch, aero-elastisch en aero-akoestisch onderzoek, remote-sensing technieken en operations research voor het gebruik van vliegtuigen en ruimtevaartuigen. Ook verricht het NLR belangrijk werk op het gebied van lichte constructie-materiaLEN en van mens-machine systemen. Op het gebied van de ruimtevaarttechnologie ontmoet het NLR onderzoek in universitaire instituten, gefinancierd door de stichting Ruimteonderzoek Nederland (ESRON) en de afdeling luchtvaart- en ruimtevaarttechniek van de TUD. Met het Duitse DFVLR werkt het NLR samen bij de exploitatie van een Nederlands-Duitse windtunnel.

Het Waterloopkundig Laboratorium (WL) is ontstaan uit de noodzakelijke voorbereidende activiteiten in de onderzoeksfeer in de jaren twintig en dertig voor de toen op stapel staande grote waterbouwkundige en infrastructurele werken in Nederland (Zuiderzeewerken, rivieraanpassingen, schutsluis IJmuiden enz.). De ramp van 1953 met de daarop volgende uitvoering van het Deltaplan, de zeehavenontwikkeling en de (nu toenemende) aandacht voor het milieu en de noodzaak tot integraal waterbeheer, hebben belangrijke impulsen gegeven aan de ontwikkeling van het onderzoek ten behoeve van bouw en beheer van de natte infrastructuur en het watersysteem. Op het gebied van de waterbouw, waterkering en waterbeheersing zijn verder actief: de afdeling civiele techniek van de TUD, een aantal ingenieursbureaus, een beperkt aantal grote aannemers en in beperkte mate het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft (GD). Het WL wordt voor een deel op subsidiebasis en via overheidsopdrachten gefinancierd. Een substantieel deel van de WL-financiering wordt gewonnen uit private opdrachten uit binnen- en buitenland.

Grondmechanica Delft (GD) tenslotte verricht grondmechanisch en funderingstechnisch advieswerk en onderzoek in ruime zin, met betrekking tot een vijftal werkterreinen: grondconstructies, ondergrondse en grondkerende constructies, waterbouwkundige constructies, utiliteitsbouw en woningen, en fysisch en chemisch onderzoek. Op zijn werkgebied ontmoet GD de vakgroep civiele techniek van de TUD, ingenieursbureaus en onderzoeksgroepen van de overheid. Het werk van GD wordt voornamelijk gefinancierd uit private opdrachten uit binnen- en buitenland.

Deze GTI's worden in hun continuïteit bedreigd door een aantal exogene ontwikkelingen in technologie en maatschappij. Deze ontwikkelingen hebben onder andere betrekking op:

- de omvang, kosten en complexiteit van nieuwe technologieën en van nieuwe markten daarvoor;
- vereiste verkorting van de doorlooptijd tussen fundamenteel onderzoek en het benutten van de resultaten daarvan in de markt;
- internationalisering van kennisbezit en -markten;
- de toenemende competitiedruk binnen het nationale en internationale marktbestel, wat haaks staat op lange termijngerichtheid van het onderzoek;
- toenemende nationale en internationale concurrentie tussen een groeiend aantal instituten en groepen;
- vergroting van de instituutsschaal en de wetenschappelijke scope, die nodig zijn voor de ontwikkeling van nieuwe technologische doorbraken en voor de aanpak van steeds meer complexe maatschappelijke problemen;
- de internationalisering binnen Europa, die ertoe leidt dat de concurrentie op de thuismarkt toeneemt. Internationale samenwerking is daarom onvermijdelijk, maar dit wordt belemmerd door de onvrijheid in de missie-opdrachten van de instituten: er is onvoldoende vrijheid en kansen voor eigen missiebijstelling en/of diversificatie;
- afwenteling van de collectieve verantwoordelijkheid voor toegepaste kennisontwikkeling naar de private sector om de collectieve lasten te verminderen. De markt moet dan het onderzoekseld ordenen en richten, in vele gevallen zonder dat betrokken bedrijfstakken de lasten voor vernieuwend onderzoek in voldoende mate kunnen of willen dragen.

Er zijn ook endogene problemen. De sociaal-economische condities en de organisatiestructuren en -culturen van instituten leiden tot traagheid in ontwikkeling en aanpassing, waardoor het kennisaanbod niet altijd aansluit op de werkelijke kennisvraag uit produkt-trajecten. Daarbij komt nog dat zelden in één instituut de kennisbreedte, het ervaringsspectrum en de outillage aanwezig zijn om aan die kennisvraag te kunnen voldoen. Het onderzoek wordt gekenmerkt door een steeds toenemende gerichtheid op de korte termijn terwijl de kennisvraag die van wezenlijk belang is voor de kwaliteit en intensiteit van de kenniscirculatie een veel langer tijdsperspectief vereist.

Intern wordt de veerkracht en wendbaarheid van instituten beperkt door:

- immobiliteit van personeel en onvoldoende carrièreperspectief;
- managementproblemen;
- ontoereikende mogelijkheden voor investering in vernieuwing van facilitaire voorzieningen en van het eigen kennispakket. Ook de RAWB noemt dit in zijn advies over het missiepatroon van de grote technologische instituten. De Raad stelt explicet dat naast de basisfinanciering van minstens 10% additionele middelen nodig zijn voor incidentele investeringen in kostbare voorzieningen⁴⁹;
- ontoereikende vorming van samenwerkingsverbanden met andere instituten;

⁴⁹] Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid, Advies over het missiepatroon van de grote technologische instituten; no. 59, blz. 13.

- beperkte ervaring van sommige instituten op het gebied van internationale marketing.

6.3 Oplossingsrichtingen

Zowel de in hoofdstuk 3 genoemde sectorstudies van de WRR, als ook bredere beschouwingen over de ontwikkelingen van technologie, industrie en maatschappij rechtvaardigen de verwachting dat de maatschappij de komende decennia aanzienlijke veranderingen en aanvulling van het instituutspatroon behoeft voor het technisch-wetenschappelijk en technologisch onderzoek en het gerelateerde toponderwijs: het kennisaanbod. Als deze waarneming juist is, staan de instituten en de overheid voor de keuze of een instituut zich moet concentreren op een duidelijk herkenbare (nieuwe) missie, dan wel het instituut zijn spectrum van activiteiten dient te verbreden⁵⁰. De in dit verband wellicht wenselijke herordening van het instituutspatroon kan zich echter niet automatisch via de markt voltrekken, evenmin als de onderlinge afstemming tussen instituten. Het is in dit verband van belang vast te stellen dat de voor de WRR verrichte sectorstudies uitwijzen dat in sommige sectoren - bijvoorbeeld de sector transport en logistiek - private marktpartijen niet in staat zijn hun kennisvragen voor de middellange en lange termijn, en soms zelfs voor de korte termijn, te formuleren. In andere sectoren als de gww-sector en de gezondheidszorg zijn delen van de overheid zelf dominante marktpartijen.

Wanneer het de overheid en de politieke en private partijen ontbreekt aan wil en mogelijkheden voor de formulering van lange-termijn-strategieën kan van de instituten niet worden verwacht dat zij zich daarop richten. Partiële of gehele privatisering van instituten wordt vaak verdedigd met het argument dat de markt richting en inhoud van het toegepaste onderzoek moet bepalen. Wanneer overheid en markt niet aan die verwachting voldoen, leidt privatisering tot snelle veroudering van het kennislichaam dat de basis vormt voor de circulatie van kennis en kapitaal in sectoren van onze economie. Dat komt als een boomerang op economische sectoren terug via vermindering van het concurrentie-vermogen en het prestige van die sectoren. Van het instituutspatroon als geheel en van afzonderlijke instituten mag wel worden verwacht dat zij politiek en overheid de spiegel voorhouden en paden wijzen voor de toekomst. Het lijkt universiteiten en grote technologische instituten daarbij soms te ontbreken aan een eigen visie en bovenal aan eigen zeggingskracht.

Bij dit alles moet de realiteitszin in het oog worden gehouden. Er is immers een spectrum van onvermijdelijke zwakten in de kenniscirculatie, zoals een kleine interne markt, geen veeleisend en goed georganiseerd consumentendom, veel zeer kleine en weinig grote bedrijven, een sterk individualisme en een kwantitatief beperkt excellerend human capital. De technologie-marktstrategie van een GTI kan onder meer door de genoemde exogene en

⁵⁰] Verkennende nottie inzake de grote technisch-wetenschappelijke instituten. ECN, MARIN, NLR, WL, LGM. Publikatie van de voorlichtingsdienst Wetenschapsbeleid van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage, 1984.

endogene oorzaken momenteel geen grote wendingen vertonen. Wanneer een GTI een ruime traditie heeft in een bepaalde sector zoals de energiehuishouding, waterhuishouding of de grondmechanica, kan de strategie zich in eerste instantie richten op de ontwikkeling van nieuwe produkten en markten in die sectoren. De ontwikkeling van het kennisaanbod heeft dan een volgend karakter. De kennisvraag wordt beantwoord door kennisimport, kennisabsorptie, kennisverwerking en exploitatie. In tweede instantie kan het instituut voortrekend onderzoek verrichten en kennis exporteren. Dan gaat het om technologie-marktsectoren waarin GTI's een voortrekkende, en misschien zelfs leidende rol kunnen nastreven. Zij kunnen daarbij rekening houden met nationaal-specifieke sterken, en met kansen op de wereldmarkt. Karakteristiek voor voortrekend onderzoek is dat het richting geeft aan de internationale kennisontwikkeling. Voorwaarde daarvoor is effectieve bundeling van menskracht en middelen in krachtige instituuts-allianties, of nog liever binnen (nieuwe) GTI's.

Voortrekend, exporterend onderzoek is ook in het algemeen van groot belang. Het geeft immers internationale prestige en het kan de ruilbasis leveren voor de toegang tot andere, nieuwe kennis. In dat kader kunnen - onder meer analoog aan de in hoofdstuk 4 geschatste lijnen van kapitaalvoorziening - technologietHEMA's worden gekozen voor concentratie van innovatief vermogen ten behoeve van voortrekend onderzoek. Het gaat erom dat de overheid, te zamen met private partijen en onderzoekbestel, bovengenoemde keuze van prioriteiten realiseert. Daarbij is het van belang dat, hoe lastig ook, lange-termijn-strategieën worden ontwikkeld. In een democratisch bestel lijkt lange termijn-keuzegerichtheid moeilijk realiseerbaar. De overheid zou bijvoorbeeld via een katalytisch proces vorm kunnen geven aan het strategische, sectoroverschrijdende element. De overheidsrol hoeft niet beperkt te zijn tot het leveren van een bijdrage aan de discussie over prioriteiten. Ook via prospectieve wetgeving of lange-termijn gerichte hoog-risico-dragende investeringsprogramma's - zie hoofdstuk 4 - kunnen strategiekeuzen worden gemaakt en bevorderd.

De RAWB stelt dat een samenhangend beleid voor de langere termijn vooralsnog ontbreekt. 'Het resultaat is dan ook versnippering en overlap op belangrijke terreinen van toegepast onderzoek, zoals dat door de staat gefinancierd wordt. 'Grensconflicten' zijn dan ook niet uitgebleven. Het gebrek aan samenwerking werkt belemmerend voor het effectief aanwenden van de beschikbare expertise voor het algemeen belang. De Raad verwacht dat deze negatieve ontwikkelingen zich bij ongewijzigd beleid zullen voortzetten of zelfs versterkt zullen worden.'⁵¹

Nederland kent nationaal-specifieke sterken zoals de chemie, de landbouw, de financiële dienstverlening, de handel, transport en logistiek, grond-, water- en wegenbouw en de gezondheidszorg. Naast de basisbehoeften aan kennis kan Nederland zich richten op deze specifieke sterken en daaruit prioriteiten

⁵¹] Raad van Advies voor het wetenschapsbeleid, Advies over het missiepatroon van de grote technologische instituten, no. 59, blz. 14.

voor onderzoek stellen. Uitgaande van nationaal-specifieke prioriteiten kan ons land zich op die wijze op de wereldmarkt profileren.

Om langs deze weg te evolueren van een nationaal publiek-rechtelijk gefinancierd instituut tot een publiek/private onderneming op internationale schaal, zijn vier aandachtsgebieden van grote betekenis voor managers en bestuurders van GTI's:

1. kennislogistieke processen - de aanvoer van basiskennis, de verwerking daarvan, en de afzet van kennisintensieve produkten en diensten - om tijdig de beschikbaarheid van en de vraag naar kennis en informatie te garanderen. Daarbij is multidisciplinariteit een essentiële factor voor toekomstig onderzoek. Er zijn multidisciplinaire netwerken nodig die op elkaar zijn afgestemd. Hierbij kan worden gezocht naar een homogeen kennislichaam per instituut, waar omheen andere disciplines kunnen worden gegroepeerd. De functieveranderingen in aanmerking nemend die de maatschappij van sterk technologie-afhankelijke sectoren vraagt, en kijkend naar veranderingen die in technologiesectoren optreden door de technologie-ontwikkeling zelf, blijkt de kenniscirculatie in institutionele trajecten nog al eens onvoldoende met betrekking tot doorgankelijkheid en overdrachtsvermogen. In dit verband is het nuttig een uitspraak te citeren die de overheid heeft gedaan in WBU '91: 'Binnen de onderzoekinstellingen zal de ordening tussen de produktiefactoren veranderen, nu blijkt dat 'informatie' als produktie-factor naast personeel, materieel en financiën in toenemende mate van belang is voor het vormgeven van de organisatie....Daarnaast is het van groot belang aandacht te besteden aan het ontwikkelen van nieuwe managementinstrumenten voor onderzoekinstellingen. De opkomst van informatie als produktiefactor zal de verhouding tussen traditionele produktiefactoren veranderen'. Ook in de nota Zicht op een nieuw Onderzoeklandschap stelt de overheid het volgende: 'Zo ziet de overheid het in algemene zin als haar taak de ontwikkeling van onder andere management-instrumenten, informatiesystemen en financiële beheersstructuren te ondersteunen';
2. marktstrategieën moeten worden uitgewerkt en geïmplementeerd om steeds geavanceerde produkten te kunnen commercialiseren. Co-produktie en gebundeld marktontreden zijn vereist om in de komende decennia een commercieel continueerbare positie te kunnen innemen op de wereldmarkt. De al eerder genoemde heldere profiling van instituten is daarbij van groot belang;
3. financieringstechnieken moeten worden toegepast om een breed spectrum van nationale en internationale, collectieve en private financieringskanalen te kunnen aanspreken en om een maximale cash flow te realiseren uit de commercialisering van soms kort levende produkten. Bij de financiering van investeringen in kostbare faciliteiten, zoals experimentele apparatuur, moet waar mogelijk gestreefd worden naar maximalisering van het rendement daarvan, bijvoorbeeld door collectief gebruik met andere instituten binnen en buiten onze landsgrenzen;
4. ontwikkeling van menselijk kapitaal vergt vaak drastische veranderingen in de interne werkorganisatie en uitvoeringsorganisatie. Daarbij gaat het om intensivering van kwaliteitsbeleid, carrièrebeleid - onder meer door invoering van het zogenaamde dual-ladder systeem - en periodieke bijscholing van onderzoekers en upstream en downstream uitwisseling van mensen met personeel uit verwante instituten en bedrijven.

6.4 Financiering

Bij het zoeken naar antwoorden in het financieringsvraagstuk komen vier majeure aspecten aan de orde zoals:

- de betekenis van GTI's naast universiteiten, ingenieursbureaus, overheidsonderzoeksdiensten en bedrijven, die allen op de kennismarkt opereren en elkaar soms verdringen;
- de keuze van argumenten en rekentechnieken voor de vaststelling van de basisfinanciering die een instituut nodig heeft voor werkelijk technologie-vernieuwend onderzoek en voor het realiseren van de gewenste positie in de nationale en internationale kenniscirculatie;
- het vinden van een redelijke verhouding tussen collectieve en private (basis)-financiering van bestaande en nieuwe GTI's, waarbij rekening wordt gehouden met sectorspecifieke karakteristieken;
- de stimulering van private partijen tot medefinanciering van lange termijn, horizonverleggend onderzoek.

De overheid meent dat de instituten meer marktgericht moeten werken. Dit betekent een steeds sterkere afwenteling van de collectieve lasten voor exploitatie van de GTI's op private partijen. Dit vraagt ook een drastische omschakeling van organisatie, cultuur en werkwijze van de instituten. Die omschakeling vindt plaats tegen de achtergrond van een niet altijd even duidelijke maatschappelijke perceptie van de specifieke rol van publiek-rechtelijk (mede)gefinancierde technologie-ontwikkeling in het algemeen en van de betreffende instituten in het bijzonder.

De steeds kleinere overheidsbijdrage voor de financiering van fundamenteel onderzoek en lange-termijn technologie-ontwikkeling bedreigt het innoverend vermogen van de instituten en ondermijnt hun voortrekkende en wegbereidende functie voor bedrijfsleven en overheid. Voor een sterke concurrentiepositie is lange-termijn onderzoek van belang. Het is paradoxaal dat de overheid lange-termijn gericht onderzoek wenst, terwijl zij de kennismarkt domineert met beleid dat vaak op de eigen korte-termijn kennisbehoeften gericht is. Dit beleid kan leiden tot afbrokkeling van het kennispotentieel en het vernieuwende vermogen, omdat de instituten zich steeds sterker op de korte termijn richten.

Er bestaat een sterk gedifferentieerd beeld in de bekostigingsrelaties tussen overheid en instituten.

Tabel 6.1 Financieel overzicht TNO en GTI's in percentages van de totale financiering

	1989		1990		1988	
	Subsidies	Opdr.	Subsidies	Opdr.	Subsidies	Opdr.
TNO*	47	53	45,9	54,1	48,2	51,8
ECN	42,3	57,7	42,6	57,4	43,2	56,8
GD	9,7	90,3	9,8	90,2	11,4	88,6
MARIN	16	84	14	86	16	48
NLR**	34	66	31,1	68,9	34,1	65,9
WL	14,7	85,3	13,6	86,4	14,3	85,7

* basis- en doelsubsidies samengenomen

** excl. investeringssubsidie en ETW-subsidie

Bron: Beleidsoverzicht Technologie 1990-1991

In verhouding tot ingenieursbureaus lijkt de basisfinanciering van sommige GTI's te beperkt voor een wezenlijk vernieuwend vermogen. Voor een meer verantwoorde onderbouwing van de gewenste financieringsstructuur is precisering gewenst van de rol en betekenis van het verschijnsel GTI in het totale toegepast wetenschappelijk instituutspatroon. Per produkttraject, of liever per relevante bundel van trajecten, moet dan de vraag worden beantwoord welk niveau van basissubsidie vereist is voor de specifieke rol van de betreffende GTI's in de kenniscirculatie van die trajecten. Factoren als de groei van de kosten van benodigde faciliteiten, complexiteit van de trajecten en snelheid van veroudering van kennis en faciliteiten moeten hierbij in rekening worden gebracht.

Incongruent met de privatiseringsgedachten over GTI's is de onvrijheid van deze instituten om zich op de uit produkt-trajecten voortkomende kennisvraag te richten. Deze onvrijheid ontstaat waar de nieuwe kennisvraag in concurrentie treedt met de kennisvragen waarvoor de instituten oorspronkelijk zijn opgericht, zonder dat er de financiële draagkracht is om op beide vragen in te gaan. Zo kan het gebeuren dat instituten als NLR, MARIN en ECN worden gefixeerd op reeds lang bestaande kennisvragen op het gebied van voertuig- en vliegtuigtechnologie of energieconversie zonder dat deze instituten van private of publieke zijde de mogelijkheid krijgen om in te spelen op kennisvragen met betrekking tot bijvoorbeeld het functioneren van afzonderlijke segmenten van de transportsector in tot ketens te koppelen systemen. Op die wijze kan moeilijk over kennisgrenzen heen worden gekeken. GTI's en TNO, te zamen met de universiteiten, vormen daardoor niet het grote technologie-onderzoek netwerk dat de transportsector voor zijn modernisering nodig heeft. Zoals al eerder opgemerkt, zien ook de private partijen van deze sector geen kans een adequate research-infrastructuur te

laten ontstaan. Dit als gevolg van versnippering, hun onderlinge, felle concurrentie en onvoldoende collectief strategisch sturingsvermogen. De GTI's zullen hier de volledige vrijheid dienen te krijgen om als private onderneming de eigen markt voor hun onderzoek te kunnen ontwikkelen.

7.1 Micro-elektronica als voorbeeld

Dit hoofdstuk geeft een korte beschouwing over de betekenis van de micro-elektronica industrie. Met behulp van de geïntroduceerde concepten is te zien langs welke lijnen het Nederlandse beleid de toegevoegde waarde van de micro-elektronica voor de nationale economie kan optimaliseren. Daarbij wordt lering getrokken uit recente ontwikkelingen zoals die zich in 1990 hebben voorgedaan. Dit hoofdstuk behandelt een aantal observaties uit vorige hoofdstukken aan de hand van een snel expanderend kennisveld.

De Nederlandse overheid heeft in de jaren zeventig en tachtig aanzienlijke inspanningen geleverd op het gebied van de micro-elektronica, de informatica, en de ontwikkeling en invoering van nieuwe informatie-diensten. Men kan daarbij denken aan het micro-elektronicabeleid, het Informatica Stimuleringsplan, het telecommunicatie-beleid, het mediabeleid en het informatiebeleid in het algemeen. Soms is men toch teleurgesteld dat de penetratie van micro-elektronische voorzieningen in vele economische sectoren achterloopt bij wat mogelijk zou zijn. De problemen liggen daarbij niet alleen bij de hardware en software. Ze doen zich eveneens voor bij de organisatiestructuren die nodig zijn voor efficiënt gebruik van de aangeboden apparatuur en programmatuur.

7.2 De situatie in de micro-elektronica sector

De industrietak micro-elektronica kent aan de aanbodzijde de ontwerpsector met 320 bedrijven, de fabricagesector met ongeveer 100 bedrijven, de componentensector met 40 bedrijven, en de kapitaalgoederensector met 100 bedrijven. Aan de vraagzijde bevinden zich de toepassingsgerichte bedrijven. Weinig bedrijven van deze industrietak hebben een sterke internationale positie. Technologische ontwikkelingen lijken voor veel bedrijven te snel te gaan. Zo bestaan er nu wel mega-chips, maar de meeste Nederlandse bedrijven zijn het gebruik van relais nog nauwelijks ontgroeid. Dat blijkt uit het relatief geringe aantal bedrijven dat micro-elektronica in hun produkten toepast. Bovendien worden mega-chips alleen gebruikt als het om grote systemen gaat waarin veel software is verwerkt.

De instrumenten-industrie en een groot aantal bedrijven die micro-elektronica verwerken spelen een belangrijke rol bij de nationale exploitatie van die technologie. Op het gebied van de hardware heeft ons land twee bedrijven die ook op de buitenlandse markt enige rol spelen, te weten: het bedrijf Advanced Semiconductor Materials Industry (ASMI) en Océ-van der Grinten, waarbij deze laatste ook moet worden gezien als gebruiker.

Nederland kent een groot aantal kleine en enkele middelgrote bedrijven op het gebied van informatica-produkten en -diensten. Het technologisch niveau van deze bedrijven is redelijk maar over het algemeen zeker niet uitzonderlijk hoog. Eigen research ontbreekt nagenoeg. Voorts is er een beperkt aantal

relatief grote uitgeversmaatschappijen, waarvan enkele een positie hebben op de buitenlandse markt. De elektronische uitgeverij via on-line of off-line systemen is in de jaren tachtig echter niet tot grote bloei gekomen. De PTT en de infrastructuur die door de PTT wordt beheerst, zijn degelijk maar niet overmatig modern. Met de invoering van nieuwe diensten loopt de Nederlandse PTT zeker niet voorop. De bandbreedte en prijs van geleverde communicatie-voorzieningen zou de ontwikkeling van toekomstige nieuwe diensten kunnen belemmeren; een Europees probleem waar Nederland niet alleen voor staat. De beperkte omvang van de binnenlandse markt bemoeilijkt de ontwikkeling van kostbare nieuwe diensten. Bij nieuwe diensten op de Europese markt staan bedrijven en overheid onmiddellijk voor grote internationale standaardisatievraagstukken. De oplossing daarvan wordt bemoeilijkt door concurrentie-aspecten tussen ondernemingen onderling en tussen staten.

Middelgrote of kleine ondernemingen hebben weinig kans op de micro-elektronica markt voor standaardcomponenten als digitale geheugens en processoren. Zij kunnen zich slechts handhaven wanneer zij zich richten op de commercialisering van zeer gespecialiseerde produkten voor kleine niches in de wereldmarkt. Daarbij kan worden gedacht aan combinaties van analoge en digitale circuitelementen, inclusief sensoren en actuatoren. Bij ontwikkeling en aanbod van dergelijke gespecialiseerde produkten speelt intensivering van de kenniscirculatie tussen de belanghebbenden in opeenvolgende fasen van produkt-trajecten een veel belangrijke rol dan bij ontwikkeling, produktie en commercialisering van standaard componenten.

In ons land houdt slechts één multinational zich bezig met de produktie en distributie van componenten en toestellen; voornamelijk voor de consumentenmarkt. De kracht van dat bedrijf is gelegen in seriematige produktie van grote aantallen consumentenprodukten, met een minimum aan dienstverlening aan afnemers. De relatie tussen producent en consument is dan ook niet sterk ontwikkeld, met uitzondering van afnemers van apparatuur voor medische diagnostiek.

Systeemintegratie is geen uitgesproken specialiteit van Philips. Die kennis is eerder aanwezig bij de software-industrie. Wanneer het gaat om de invoering van omvangrijke, nieuwe apparatuursystemen voor bijvoorbeeld digitale beeldverwerking en (data)opslag voor de gezondheidszorg of voor de geleiding van stromen van voertuigen, vaartuigen of vracht is echter toch vaak aanvullende expertise en capaciteit nodig op het gebied van systeemintegratie. Tijdige ontwikkeling en mobilisatie van ondersteunende technologie voor systeem-ontwerp, -integratie en -validatie is van wezenlijk belang voor snelle realisatie van complexe systemen.

Wanneer het grootste Nederlandse bedrijf de ontwikkeling en produktie van componenten reduceert, inclusief chips, dan zal de industriële bijdrage aan de Nederlandse ontwikkeling en exploitatie van micro-elektronica teruglopen. Een klein deel van het human capital uit dit bedrijf komt weer ter beschikking op de arbeidsmarkt. Zeer tijdelijk kan de vraag naar human capital op micro-elektronica gebied verminderen. De betekenis hiervan voor het Nederlandse bedrijfsleven is nog niet duidelijk.

Een aantal trends wijst op bedreigingen voor de Nederlandse elektronica-industrie. Zo neigen de Nederlandse activiteiten in de ontwerpsector tot stabilisatie; ondanks de groei van het aantal toepassingen. Dit is onder andere af te leiden uit de sterk dalende verkoop van ontwerp-ondersteunende apparatuur. Niet alleen de fabricage maar ook het ontwerpen wordt aan het buitenland uitbesteed. Met andere woorden: als in Nederland de functionele specificaties zijn gemaakt, gaat men voor ontwerp en productie - via handelsgeoriënteerde designhouses - naar het buitenland.

De fabricage loopt in Nederland terug. Wegens de hoge arbeidsintensiteit vindt verschuiving plaats naar lage lonen landen. Nederland heeft een overgang gekend naar handel in boards en modules. Deze trend zal naar verwachting verder doorzetten. In de componentensector wordt 50% van de componenten uit het buitenland betrokken. Als ontwerp en fabricage naar het buitenland verschuiven, heeft dit consequenties voor nationale leveranciers.

De toename van complexiteit en kosten bij de ontwikkeling van nieuwe produkten en processen, en de duidelijk waarneembare bedrijfseconomische effecten daarvan, zijn een ernstige indicatie voor de bedreigingen die op de industrie afkomen. Dit geldt in het bijzonder voor industrieën met een kleine thuismarkt. Volgens een rapport van Oakley, Mackintosh en Morland zijn de kosten van de ontwikkeling van sub-micron technologie met afmetingen kleiner dan 0,25 micron zo hoog dat alleen de allergrootste micro-elektronica producenten de noodzakelijke investeringen in onderzoek, ontwikkeling en nieuwe produktiefaciliteiten kunnen opbrengen⁵². Om die investeringen tijdig terug te verdienen, zullen die ondernemingen zeker moeten zijn van een aanzienlijk aandeel van de wereldmarkt en van een sterk groeiende marktvraag. De intensieve competitie in de micro-elektronica markt zal er toe leiden dat slechts enkele ondernemingen de totale wereldmarkt met elkaar delen. Het ziet er naar uit dat dit Japanse ondernemingen zullen zijn met wellicht één Europese en één Amerikaanse concurrent. De complexiteits-toename en de kostenstijging van de ontwikkeling van volgende micro-elektronica generaties leiden zo tot enkele reusachtige ondernemingen met een multi-nationaal of statenloos karakter. Die giganten bezitten de technologie en kunnen daarmee, zeker wanneer zij onderlinge afspraken maken, op vele maatschappelijke gebieden een grote macht uitoefenen. Soortgelijke ontwikkelingen hebben zich in de jaren zeventig en tachtig voorgedaan in de vliegtuigbouw, en in zekere mate in de farmaceutische industrie. In de staalindustrie en op het gebied van de kunstvezels tekenen zich vergelijkbare ontwikkelingen af, zij het langzamer en minder ingrijpend.

Naarmate zulke industrieën groter worden en minder afhankelijk van regionale markten of van regionaal aanbod van menselijk en financieel kapitaal, hebben omgevingsfactoren als regionale instituutpatronen of wet- en regelgeving minder invloed op hun gedrag. Zij ontwikkelen zich dan tot machtsfacto-

⁵²] B.W. Oakley, I.M. Mackintosh en R.J. Morland, Netherlands Microelectronics Policy Study: Assignment Report; Cambridge, Logica plc en Mackintosh Generics Ltd, 14 januari 1991.

ren waarop alleen beleid invloed heeft dat door vele landen wordt gedragen. Belangentegenstellingen tussen afzonderlijke landen belemmeren dan controlesmiddelen die nodig zouden zijn voor de conditionering van de zelfregulering van die industriële reuzen. Bovendien ontstaat voor nationale of regionale overheden een steeds groter probleem bij het exploiteren van kennis voor de verkrijging van toegevoegde economische en sociale waarden voor de eigen samenleving. Hoewel dit wat zwart-wit getekende beeld lang niet voor alle technologiesectoren geldt, illustreert het wel de betekenis van een van de kernen van dit rapport. Voor nationale of regionale gemeenschappen gaat het er om produkt-trajecten en de daarvoor vitale circulatie van kennis en kapitaal zo aan de eigen regio te binden dat een maximaal maatschappelijk rendement voor die natie of regio wordt bereikt. Investering van collectieve middelen in de financiering van uiterst kostbare basisinnovaties ten behoeve van grootschalige private ondernemingen is alleen verantwoord wanneer er voldoende zicht bestaat op vergelijkbare toegevoegde waarde ten eigen bate.

7.3 Het micro-elektronicabeleid

Het Nederlandse micro-elektronicabeleid, en in zekere zin ook het informatietechnologie- en telecommunicatiebeleid, hebben overwegend een aanbod-scheppend karakter. Dit betekent niet dat er geen aandacht zou zijn voor de diffusie van micro-elektronica. Het beleid is in de jaren zeventig en tachtig wel degelijk gericht geweest op het bevorderen van de toepassing van micro-elektronica in industriële produkten en processen. Daarvoor werden onder meer de centra voor micro-elektronica opgericht. Evaluaties van deze centra tonen positieve effecten aan.

Bij het micro-elektronicabeleid is de internationale positie van Philips altijd richtinggevend geweest. Het Philips-belang was ook steeds een element in de legitimatie voor overheidsinvesteringen in onderzoek, produkt-ontwikkeling en onderwijs op dit technologiegebied. Nederland beschikt zo over een redelijke onderzoek- en onderwijsinfrastructuur op het betreffende gebied. Over het algemeen zijn Informatie Technologie (IT)-produkten het resultaat van technology-push. Vooral componenten worden ontwikkeld zonder dat nadrukkelijk op de markt wordt gelet. Er wordt wel uitgegaan van marktverwachtingen, maar er wordt verder onvoldoende aandacht besteed aan en geïnvesteerd in de ontwikkeling van de applicaties voor die componenten en in de ontwikkeling van de markt. Als de complexiteit van een technologie en de ontwikkelingskosten toenemen, nemen de complexiteit en de ontwikkelingskosten van applicaties en markten eveneens toe. Het spreekt voor zich dat dan ook de commerciële risico's groeien.

Voor snellere diffusie naar de markt is het van belang dat de ontwikkeling van het technologie-aanbod gelijke tred houdt met de ontwikkeling van de marktvraag. Vraagtekens kunnen daarom worden geplaatst bij recente micro-elektronica ontwikkelingsprogramma's op nationale en Europese schaal. Het technologie-aanbod wordt hier naar verhouding sterker gestimuleerd dan de vraag. Een toereikend brede marktontwikkelingsstrategie lijkt bij deze programma's onvoldoende aanwezig. Hoewel ook applicaties worden voorzien, ontbreekt soms de strategie voor investeringen in tijdige ontwikkeling

van nieuwe markten. Bovendien wordt in dergelijke programma's soms relatief weinig gewerkt aan systeem-ontwikkeling om snelle diffusie van nieuwe componenten in maatschappelijk gevraagde applicaties te realiseren. Bedoelde ontwikkelingen zijn altijd de basis van complexe applicaties die grote en complexe chips rechtvaardigen. We zien zo dat de stroom van kennis - van de innovatie-fase naar de gebruiksfase - stagneert, waardoor het verwachte maatschappelijke effect uitblijft of in commerciële zin te laat komt.

Nederland kan zich in de micro-elektronica alleen handhaven als ontwikkeling en exploitatie van deze technologie worden gedragen door koopkrachtige economische sectoren of door sectoren van staatszorg. Deze hebben met elkaar gemeen dat zij de ontwikkeling en implementatie van de micro-elektronica kunnen stimuleren door te vragen naar produkten en systemen, bijvoorbeeld voor registratie, verwerking, transmissie en visualisatie van informatie. Om het hele scala van bedrijven die micro-elektronica in hun produkten toepassen, goede kansen te bieden op de nationale en - mede daardoor - op de internationale markt, dienen vooral die applicatie- en markt-innovaties te worden gestimuleerd die een sterk aanzuigende werking hebben op de toepassing van nieuwe micro-elektronica.

Voor een significant economisch effect moet het dan gaan om markten waarop grote aantallen apparaten worden afgezet, zoals consumentenartikelen, administratieve systemen en grootschalige informatiesystemen. Bij het laatste valt te denken aan systemen en diensten die gebruikmaken van omvangrijke computernetwerken en observatie- en beïnvloedingsnetwerken.

Voor de genoemde sectoren is invoering van informatiediensten en bijbehorende systemen van grote betekenis. Te denken valt aan systemen voor goederenlogistiek, verkeersleiding en voor versnelling van het betalingsverkeer. Voor landbouw en chemie kan het gaan om waarschuwingss- en voor-spellende netwerken voor markt- en milieu-informatie. Nieuwe informatie-technische voorzieningen in onderwijs en gezondheidszorg kunnen leiden tot kostenverlaging en kwaliteitsverbetering. In de landbouw en het transport komt de invoering van informatiesystemen op gang.

De weg van de exploratie-fase naar de realisatie van volwassen informatiesystemen in de produktie-fase is lang, en vereist de ontwikkeling en juiste toepassing van een aantal 'enabling technologies'. Hierbij is in ieder geval aandacht nodig voor computer-architectuurtechnologie, compiler- en bedrijfs-systeemtechnologie, data base en netwerktechnologie, en computer interface technologie zowel als voor beeldverwerking en visualisatie. Al deze technologieën zijn niet specifiek voor één applicatie. Hoewel qua apparatuur minder kapitaalintensief dan de micro-elektronica, is informatiesysteem-ontwikkeling zeker meer kennisintensief. Zulke systemen kunnen op allerlei terreinen worden toegepast, en dus vereisen ze van beoefenaren een grote mate van multidisciplinariteit en bereidheid tot samenwerking. Het is duidelijk dat een dergelijke deskundigheid aansluit bij de Nederlandse traditie, maar tegelijkertijd is het duidelijk dat die deskundigheid bijzonder schaars is. Teneinde het schaarse human capital zo optimaal mogelijk te gebruiken, en zo veel mogelijk te versterken, zou een instituut wenselijk zijn voor informatiesystemen ten behoeve van technologische en wetenschappelijke toepassingen. Een

dergelijk instituut zou de kennis-infrastructuur versterken van essentiële economische gebieden als vervoer en transport, de grond-, water en wegenbouw, het onderwijs en de milieubewaking. Het zou een belangrijk instrument zijn voor de handhaving van de Nederlandse concurrentiepositie in Europa. Uiteraard zal de inzet van aanwezige deskundigen op dit gebied hierbij moeten worden versterkt.

Dit instituut zou in de exploratie-fase en de innovatie-fase van produkt-trajecten van micro-elektronische systeemtechnologie een belangrijke rol kunnen spelen voor beleid dat is gericht op 'integrale produktie-vernieuwing' van vele takken van de Nederlandse industrie en dienstverlenende bedrijven. Samen met de micro-elektronica onderzoekscentra aan de drie Nederlandse Technische Universiteiten zou het verder een krachtig samenwerkingsverband kunnen vormen. Nederland kan zich dan op de Europese markt voor informatie-technische systemen profileren als system-integrator. Voor de Nederlandse instrumenten-industrie en voor de Nederlandse software bedrijfstak kan deze profiling een aanzienlijke versterking betekenen op de wereldmarkt. Een systeem-ontwikkelingsinstituut als voorgesteld, met dimensies en betekenis van een groot technologisch instituut, geeft de Nederlandse micro-elektronica-beoefening een duidelijk aanvullend accent ten opzichte van het Belgische Interuniversitaire Micro-Elektronica Centrum (IMEC). De meest efficiënte positie van het instituut lijkt een geografische plaatsing bij, en nauwe samenwerking met, het Centrum voor Wiskunde en Informatica te Amsterdam.

Een instituut als hier voorgesteld, is een voorbeeld van de wenselijke concentratie van menskracht en middelen, die noodzakelijk is voor grensverleggend werk en applicatie-ontwikkeling in steeds meer complexe gebieden van wetenschappelijk en technologisch onderzoek. Het illustreert de noodzaak tot aanpassingen van het instituutspatroon aan veranderingen in wetenschap en technologie enerzijds en aan de ontwikkelingen van de kennisvraag uit de samenleving anderzijds.

Verder is stimulering gewenst van ontwikkeling en invoering van nationale en/of internationale communicatiestandaards, standaards voor data-overdracht, en voor daarbij behorende technieken. Juist voor deze ontwikkelingen op normerend gebied draagt de overheid verantwoordelijkheid. Zij zal die in toenemende mate moeten delen met private partijen. Ter illustratie kan hier worden vermeld dat voor de WRR uitgevoerde sectorstudies hebben uitgewezen dat gebrek aan communicatiestandaards en data-normen de hoognodige grootschalige informatisering van de Nederlandse vervoerssector sterk belemmeren. Soortgelijke problemen doen zich ook voor bij grootschalige toepassing van de informatietechniek in andere maatschappelijke sectoren zoals de bouw, de verkeersleiding, delen van de gezondheidszorg, de landbouw, en dienstensectoren waaronder het toerisme.

7.4 Ontwikkelingsrichtingen voor beleid

Uitgaande van de hypothese dat de waargenomen tendensen van schaalvergrotting en kostenverhoging zich vroeger of later in vele technologievelden zullen voordoen, dienen overheden zich te zamen met de industrie te beraden op het gewenste anticiperende beleid. Drie beleidsrichtingen zijn daarbij te onderscheiden. De eerste is de keuze voor concentratie van publieke en private investeringsmiddelen op de ontwikkeling van applicaties en markten voor nieuwe basistechnologieën die elders worden ontwikkeld, zodanig dat hoge toegevoegde waarde in het eigen economische systeem wordt gegenerererd. Het onderzoeks- en onderwijsbeleid zou zich moeten richten op de ontwikkeling van kennis en human capital, die nodig zijn voor toepassing van nieuwe basistechnologieën en voor het gebruik van die toepassingen. Het industriebeleid zal zich dan moeten richten op het scheppen van voorwaarden die het bedrijfsleven stimuleren tot het genereren van optimale toegevoegde waarde.

De tweede mogelijkheid is de expliciete keuze voor concentratie van gecombineerde publiek-private investeringen op de ontwikkeling van basisinnovaties in slechts enkele technologiegebieden die van vitaal belang zijn voor handhaving of verhoging van het competitieve vermogen van bedrijfstakken in de sterkste economische sectoren van de nationale economie. Het gaat om expliciete politieke keuzen waarbij nationaal specifieke sterken en nationaal specifieke behoeften aan produkten en diensten, een belangrijke rol kunnen spelen.

De derde mogelijkheid is publiek-private investeringen in de aankoop van basistechnologieën te combineren onder zodanige condities dat, bijvoorbeeld door exclusieve verwerving en commercialisering, duidelijke concurrentievoordelen voor de betreffende economische sector, bedrijfstak of onderneming kunnen worden behaald. Zowel op het niveau van ondernemingen en bedrijfstakken, als op nationaal niveau, komen vragen aan de orde met betrekking tot wenselijke handhaving van eigen onafhankelijkheid en soevereiniteit. In de context van de tendensen tot internationalisering die zich voordoen in vele technologie-marktsectoren, dient te worden gewaakt voor verzwakking van eigen posities.

7.5 Specifieke uitwerkingen

Het ziet er naar uit dat bedrijven in de micro-elektronica het best worden geholpen wanneer de ontwikkeling van nieuwe markten voor informatiediensten en -systemen of informatietechnische produkten wordt gestimuleerd. Daardoor krijgen betrokken partijen een aanzienlijke deskundigheid op applicatie-gebieden waarin zij zich tot nog toe niet sterk hebben geprofileerd.

Zo biedt de realisatie van grootschalige computer-communicatie-netwerken - telematica-systeem - de informatietechnologiesector in ons land de kans meer ervaring op te doen met systeemintegratie-aspecten. Geslaagde systemen hebben een demonstratie-effect voor participerende industrieën. Dat kan

op zichzelf leiden tot marktvergroting en tot vernieuwing van de bestaande markt. De demand-pull benadering - via vraagscheppend beleid in de tweede overheidspositie (par. 2.5.2.) - die hier wordt voorgesteld, is gunstig voor versnelde generatie, aanvoer en verwerking van nieuwe kennis. Bovendien kan de invoering van grote geavanceerde telematica-systeem leiden tot versterking van belangrijke sectoren van de Nederlandse economie en/of tot verbetering van de kosten/baten-verhouding in sectoren van staatszorg. Ook de multidisciplinaire samenwerking tussen bedrijven onderling en met onderzoekinstellingen kan langs deze indirecte weg worden bevorderd.

Terzijde wordt hierbij opgemerkt dat de huidige problemen van Philips met betrekking tot kosten en baten van de statische geheugentechnieken voor een deel kunnen worden toegeschreven aan te late ontwikkeling van de markt voor die technieken. In 1987 heeft de voormalige president-directeur van Philips in een voordracht over ESPRIT aangegeven, dat de overheid de aandacht voor stimulering van technologie-ontwikkeling zou moeten verschuiven naar stimulering van marktontwikkeling. Men dacht het gebruik van nieuwe technologieën onder andere te bevorderen door het onderwijsbeleid. Opleiding van gebruikers is vaak een voorwaarde voor de ontwikkeling van een krachtige vraag naar applicaties van nieuwe basis-technologieën.

In dit verband verdient ook een rapport van de OECD de aandacht. Dit rapport, met als titel 'Economic Implications of Emerging Information Technology Applications' vermeldt het volgende: '(...) the development and use of new IT, and networked IT in particular, opens a wide range of new opportunities for further economic development both in quantitative and qualitative terms. However, there is nothing automatic about market responses to these opportunities. (...) A major impediment roots in the focusing on technology per se without having 'application objectives' for this technology. Research and development programmes and related policies and strategies, accordingly, have often tended to concentrate on the supply side, and on IT hardware (including telecommunications infrastructure) in general. This piecemeal approach, often exacerbated by the imperfections of markets in dealing with 'systems' and information, has led to tunnel vision as to ITs potential, hence limited utilisation and lost growth opportunities for the IT and associated industries.'

Het rapport zegt over de ontwikkeling en invoering van grootschalige informatiesystemen en netwerken nog het volgende: '(...) In particular the extraordinary nature and degree of uncertainty involved in the networking process, the need for large-scale experimentation with alternative approaches, and the problems of 'critical mass' and the co-ordination of a wide range of network users, seem to justify joint industry-government efforts. To master the limits of past IT policies and better meet current economic pressures and objectives, application-oriented policies are increasingly considered to offer new opportunities.'

De actuele ontwikkelingen bij Philips leiden tot de vraag wat de toekomst zal zijn van het Nederlandse wetenschaps- en technologiebeleid op het gebied van de micro-elektronica. De benodigde investeringen ten behoeve van onderzoeksondersteunende apparatuur stijgen exponentieel. Met de stijging

van de complexiteit van geïntegreerde schakelingen is in toenemende mate geavanceerde apparatuur nodig voor ontwerp en produktie. Deze investeringen zijn niet meer door overheden op te brengen, laat staan door afzonderlijke instellingen zoals universiteiten of afzonderlijke ondernemingen; behalve de allergrootste. Deze ontwikkeling noopt tot nationale en internationale samenwerking. Het is dan de vraag wat een relatief klein land vermag in technologische gebieden die zeer grote investeringen vergen. In de vliegtuigbouw heeft de Nederlandse industrie zich dankzij ruime overheidssteun nog kunnen handhaven. Hierbij mag echter de vraag worden gesteld: hoe lang nog?

In Europa investeren de Duitse en de Franse overheid op grote schaal in de eigen micro-elektronica-onderzoekfaciliteiten. Duitsland steunt de ontwikkeling van micro-elektronica bijvoorbeeld op dit moment met een investering van 2 miljard D-mark in twee Fraunhofer laboratoria. Tevens steunen zij met veel geld hun eigen chipsfabrikanten. De steun van de Nederlandse overheid heeft nooit zo'n grote omvang kunnen krijgen, maar er zijn aanzienlijke bedragen in omgegaan. Wellicht zal dit beleid met betrekking tot de micro-elektronica in Nederland, in het licht van de 'race zonder finish' (Roobeek), moeten worden herzien. Het is interessant om ter voorbereiding van een nieuw Nederlands nationaal beleid te onderzoeken wat de overheid in landen als België, Zwitserland, Zweden en Finland doet in hun wetenschaps- en technologiebeleid op het gebied van de micro-elektronica. Het is daarbij van belang te leren op welke wijze een land hoge toegevoegde waarde kan produceren met behulp van grootschalige toepassing van geavanceerde en kostbare basis-technologieën, zonder zich daarbij volledig uit te leveren aan landen die de ontwikkeling en commercialisering van nieuwe technologie-generaties kunnen financieren. Verder is het interessant te weten hoe landen door samenwerking economische onafhankelijkheid kunnen behouden ten aanzien van ontwikkeling en exploitatie van grootschalige technologieën. Ten slotte gaat het om de vraag hoe het verlies van de greep op grootschalige geavanceerde technologie kan worden opgevangen door het verwerven van een greep op nieuwe technologie-produkt-marktsegmenten; bijvoorbeeld door concentratie van onderzoek en industrie op applicaties van nieuwe technologieën en op de ontwikkeling van de markten daarvoor.

Ten aanzien van de micro-elektronica en van markten daarvoor moet Nederland bepalen in welke marktsegmenten het een leidende of een volgende rol wil spelen. Deze keuzen moeten tot uiting komen in coherente combinaties van industriebeleid, wetenschaps- en technologiebeleid en onderwijsbeleid. Zij bepalen onder meer of Nederlandse investeringen in onderzoek en technologie-ontwikkelingen per technologie-marktsegment gericht moeten zijn op een voorttrekkende en kennis-exporterende rol of op een volgende en kennis-importerende rol. Hierbij gaat het om belangrijke keuzen voor lange-termijn-strategieën, die door overheid en private partijen samen moeten worden gemaakt en geïmplementeerd. In de komende jaren zullen deze keuzen zich ook opdringen in vele andere technologie-marktsegmenten als nieuwe materialen, biotechnologie, chemie en landbouw.

8.1 De plaats van de cultuur in het analytische schema

Tot nu toe is er bij de presentatie van het analytische schema nauwelijks aandacht besteed aan de culturele context waarin de ontwikkeling en exploitatie van wetenschap en technologie - de kenniscirculatie - plaatsvindt. In dit korte hoofdstuk kan uiteraard niet worden ingegaan op alle relaties tussen cultuur, wetenschap en technologie. Wel is het mogelijk enige verduidelijking te geven van de plaats die de cultuur heeft met betrekking tot produkt-trajecten, zodat - ook in praktische zin - culturele aspecten kunnen meegeven bij de formulering van wetenschaps- en technologiebeleid. In figuur 2.2 is een produkt-traject voorgesteld als te zijn omgeven door een schil van productiefactoren, en daar omheen weer een schil van omgevingsfactoren. De culturele factor kan worden gezien als de inbedding waarin deze twee schillen van productie- en omgevingsfactoren functioneren. Uitgangspunt hier is dat de culturele en technische ontwikkeling van een volk intens met elkaar vervlochten zijn. Te zamen vormen zij de vruchtbare bodem van economische bloei.

Onmiskenbaar stelt de cultuur condities voor de wetenschappelijke en technologische ontwikkeling, hoewel deze niet zo duidelijk zijn dat het van te voren bekend is welke wetenschap en technologie wél en welke niet op acceptatie en ontplooiing kunnen rekenen. Tevens is de cultuur medebepalend voor de mogelijkheden om via 'normering' produkt-trajecten te beïnvloeden. Ook institutionele patronen hebben - met betrekking tot hun organisatievormen en hun activiteitsontplooiing - te maken met hun culturele omgeving.

In die delen van onze samenleving die geheel of gedeeltelijk onderworpen zijn aan nationale of internationale concurrentie, geven de bedrijfseconomische inzichten meer de doorslag bij kennisaanvoer en -verwerking dan de eigen sociale en culturele voorkeuren. In gezinshuishoudingen en kleine bedrijven speelt de culturele omgeving wél een grote rol. Dat zou een verklaringsgrond kunnen zijn voor de onevenwichtige spreiding van de vraag naar geavanceerde telematica-diensten en voor de beperkte aanvaarding van veelbelovende nieuwe produkten en diensten. Zij passen blijkbaar niet zo goed bij wat gebruikers kunnen en willen. Noodzaak, vermogen en cultureel bepaalde ontvankelijkheid bepalen te zamen de omvang, snelheid en intensiteit van de maatschappelijke penetratie van nieuwe kennis en technologieën. Zij bepalen of en hoe de afzet van produkten zal verlopen, of het kennisaanbod een daarop aansluitende marktvraag van de gebruikers ontmoet, en uiteindelijk of produkt-trajecten in stand kunnen blijven. De hoofdoriëntaties van de samenleving spelen hier een grote rol, zoals reeds in de analytische uitwerking met betrekking tot de afzet van kennis door producenten (zie

⁵³] Bij de samenstelling van dit hoofdstuk is dankbaar gebruik gemaakt van inzichten van L.A. Geelhoed.

hoofdstuk 3) naar voren is gekomen. Het zijn mensen en hun organisaties, die inhoud en betekenis geven aan wetenschapsontwikkeling, technologieontwikkeling en technologische ontplooiing.

8.2 Cultuur, wetenschap en technologie

Men zegt wel dat de cultuur zich ontwikkelt op de draaggolf van wetenschap en technologie, en tevens dat de ontwikkeling en ontplooiing van wetenschap en technologie wortelen in de cultuur. Als dat zo is, dan kunnen wetenschap, technologie en cultuur niet afzonderlijk veranderen en niet gescheiden worden benaderd. Hierin ligt het gevaar besloten van machteloosheid - de cultuur van een volk is immers niet eenvoudig te veranderen - maar ook een kans voor een positieve benadering van de wisselwerking tussen cultuur, wetenschap en technologie.

We hoeven niet alleen te kijken naar de invloed die de natuurwetenschappen hebben gehad op het wereldbeeld, en zeker ook op de godsdienstige beleving tijdens en na de Renaissance, om de relatie tussen wetenschap en cultuur geïllustreerd te zien. De mobiliteitstoename bijvoorbeeld, mogelijk gemaakt door de introductie van stoomtractie en later de auto en het vliegtuig, heeft vooral in de rijkere landen de cultuur ingrijpend veranderd; al was het alleen al door de introductie van mobiliteit en snelheid als culturele waarden. Vraagstukken van genetische manipulatie, geboorteregeling en levensverlenging of -verkorting krijgen grote maatschappelijke betekenis door de invloed van biochemie, farmacologie, natuurkunde en informatietechnologie op de geneeskunde. De nog steeds toenemende mechanisatie van de arbeid in vele produkt-trajecten heeft sociaal culturele omwentelingen veroorzaakt.

Als geboorte, erfelijkheid en dood planbaar worden, wanneer telecommunicatie en depersonificatie in de sociale communicatie doorzetten, wanneer er onbalans blijkt te bestaan tussen bescherming en ontakeling van ons natuurlijk milieu, dan moet men wel constateren dat wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen de meest fundamentele principes en instituties van onze samenleving raken. Keuzes bij het gebruik van technologie winnen daarom aan betekenis als zij passen in onze normen en waarden en in het institutionele gedrag.

Soms zijn sociale, culturele en levensbeschouwelijke waarden - in het vervolg 'culturele waarden' of 'cultuur' te noemen - betrekkelijk weerloos tegen de diffusie en toepassing van nieuwe kennis en technieken. De economische orde beloont vaak nieuwe technologieën. Nieuwe kennis komt als het ware van buitenaf over samenlevingen heen. De ontwikkeling van de elektronische media biedt hiervan een goed voorbeeld. Wetenschap en technologie verkeren dan in een offensieve positie. Zij dwingen culturele waarden in het defensief.

Toch zijn deze waarden niet intrinsiek weerloos tegen de druk van nieuwe kennis en technieken. Vaak zien we een bijna permanente brede maatschappelijke discussie rond de invoering van technologische innovaties zodra bestaande waarden, regelingen en instituties in het geding komen. Nu behoud

8.3 De culturele omgeving van beleidsontwikkeling

Nationale en regionale samenlevingen hebben maar beperkte mogelijkheden om de eigen culturele voorkeuren tot op bestuurlijk niveau tot uitdrukking te brengen. Dat betreft bijvoorbeeld sociale voorkeuren ten aanzien van bedrijfs- en arbeidstijd, of werkgelegenheid in traditionele bedrijfstakken. Het geldt ook voor culturele voorkeuren met betrekking tot het onderwijs-, het media- en het maatschappelijke zorgbestel, en zeker met betrekking tot levensbeschouwelijke en politieke preferenties.

De marges voor overheidsbeleid om de aansluiting tussen wetenschap, technologie en cultuur te bevorderen, zijn hierdoor onscherp. Dit wordt nog versterkt door de internationalisering van technologie en de mondialisering van de cultuur. De internationalisering van producenten en gebruikers - die inhoud en snelheid van technologie-ontwikkelingen bepalen - leidt ertoe dat de overheidspositie ten aanzien van die ontwikkelingen steeds minder duidelijk is. Inhoud en betekenis van technologie-ontwikkeling worden veelal buiten haar invloed bepaald doordat nationale gemeenschappen in aanzienlijke mate economisch afhankelijk kunnen zijn van multinationals of van zogenaamde statenloze ondernemingen. Deze bezitten een haast onbeperkte mobiliteit, terwijl open markten die mobiliteit nog vergroten.

Externe wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen, waar nog minder invloed op kan worden uitgeoefend dan op interne, hebben een cultureel effect met een schijnbaar autonoom karakter. De culturele gevolgen van het wetenschaps- en technologiebeleid zijn hierdoor minder kenbaar. Wie zijn dan de maatschappelijke groeperingen of personen die mee zouden kunnen spelen in het besluitvormingsproces met betrekking tot de culturele aspecten van wetenschappelijke en technologische ontwikkeling? Verder is de culturele omgeving niet beperkt tot de Nederlandse samenleving. Nederland is nooit een cultureel eiland geweest, en de mondiale vervlechtingen zullen alleen nog maar intenser worden. Zo gezien zal de ontwikkeling van de technologie, en de formulering van de doelstellingen voor die ontwikkeling, niet alleen worden bepaald door eisen en wensen van nationale bodem - de nationale cultuur - maar ook door culturele invloeden van over de nationale grenzen heen.

Nationaal-specifieke karakteristieken kunnen soms worden afgelezen van de artefacten die worden voortgebracht. Van de vormgeving en de kwaliteit van vele consumentenprodukten kan men culturele aspecten van het land van herkomst aflezen. Kwaliteitsbeleid en stimulering van creatief gedrag kunnen hier in zekere zin worden beschouwd als cultuurbeleid. Culturele verandering zal leiden tot verandering van de aard of de uiterlijke verschijningsvorm van een produkt.

De afstemming van cultuur, wetenschap en technologie wordt nog veel complexer doordat er binnen de nationale gemeenschap vele groepen en groeperingen aan te wijzen zijn die een eigen culturele identiteit bezitten. De manier van omgaan met technologie en de mogelijkheid om te komen tot technologische ontwikkeling zullen daardoor ook per groep en groepering verschillen.

van het ecologische systeem een manifester culturele waarde aan het worden is, houdt men bij de ontwikkeling en exploitatie van wetenschap en technologie daar steeds meer rekening mee.

Door het hoge tempo van de internationale ontwikkeling van wetenschap en technologie kan er wrijving of zelfs ontkoppeling ontstaan met de cultuur waarin deze zijn ingebet. Deze wrijving berust niet uitsluitend op verschil in dynamiek tussen culturele en technologische veranderingen. Ze ontstaat ook waar wetenschappelijke en technologische vernieuwingen eenzijdig worden aangemerkt als potentiele of reële gevaren voor de cultuur. De gevolgen kunnen groot zijn:

- ondernemingen kunnen vertraging oplopen bij de toepassing van voor hun marktpositie relevante nieuwe technieken;
- de samenleving kan aantrekkelijke technische oplossingen voor de bescherming van wezenlijke belangen worden onthouden;
- er kan onnodige vertraging optreden van verwerving en diffusie van kennis die neutraal is ten opzichte van het te beschermen belang.

Fricties ontstaan ook als gewekte verwachtingen van gunstige effecten van nieuwe technologieën later worden overschaduwed door allerlei vormen van sociale, culturele, ecologische of economische schade.

Culturele waarden komen niet alleen tot uiting in de publieke sfeer, maar ook in de sfeer van burgers, ondernemingen, instellingen en organisaties. Heel bekend zijn bijvoorbeeld fricties in arbeidsorganisaties wanneer nieuwe technologieën worden ingevoerd. Zij vergen andere en nieuwe kwalificaties, zij scheppen nieuwe afhankelijkheden, en zij vragen andere organisatiepatronen en een herverdeling van verantwoordelijkheden.

De dynamiek waarmee wetenschap en techniek zich ontwikkelen en de betrekkelijke traagheid waarmee culturele voorkeuren veranderen, vormen zo de latente basis van fricties. Die komen ook tot uiting in de overheidssfeer, onder meer doordat de overheid gelijktijdig wordt aangesproken voor bevordering van de wetenschappelijke en technologische positie van onze samenleving én voor actieve verdediging van culturele waarden.

Omdat cultuur, wetenschap en technologie niet van elkaar zijn te scheiden, vereist de ontwikkeling en uitvoering van wetenschaps- en technologiebeleid een cultureel draagvlak, naast een economisch draagvlak. Ernstige maatschappelijke en ecologische schades als gevolg van productieprocessen en produkten tonen aan dat marktkrachten alleen hier niet toereikend zijn als selectie-omgeving voor wetenschappelijke en technologische ontwikkeling. Het gaat ook om individuele afwegingen. Deze zijn moeilijk kenbaar en nauwelijks voorspelbaar, maar niettemin geven zij richting aan veranderingen in wetenschap en technologie. Voor beleidsontwikkeling is daarom culturele toetsing nodig, naast economische en sociale toetsing. Het huidige wetenschaps- en technologiebeleid en het industriebeleid zijn echter vooral verbonden met de economische aspecten van de samenleving. Het is dan ook niet eenvoudig dat beleid in zijn culturele context te plaatsen en te evalueren.

Een goed voorbeeld daarvan is te vinden in de sector van de grond-, water- en wegenbouw. Daar blijkt een eenzijdige technische gerichtheid te bestaan die de introductie van nieuwe visies op de gevraagde produkten, en dus op de in produkt-trajecten toe te passen technologieën, in hoge mate belemmert⁵⁴. Het overgrote deel van de academici en de hbo-ers in de produceerende kern van de gww bestaat uit civiel-technici. De overige academici en hbo-ers hebben meestal ook een technisch-wetenschappelijke opleiding gevolgd. Deze situatie, die zich overigens ook voordoet bij de gww in andere landen, bepaalt de aanpak van de problemen. Technici hebben over het algemeen de neiging problemen technisch op te lossen: er wordt hoge waarde gehecht aan technisch en analytisch inzicht, alsmede aan het technisch probleemplossend vermogen. Dit leidt er toe dat men snel denkt aan technische ontwikkelingen en technische probleemanalyse, en pas daarna aan de maatschappelijke marktwaarde daarvan. Niet zelden leidt dit op zijn beurt tot technology push; soms in den blinde. Ook komt men er niet snel toe de eigen activiteiten juist af te leiden van die maatschappelijke waarden of van de toekomstige ontwikkelingsmogelijkheden. De praktische gerichtheid op onmiddellijke, technische oplossingen zorgt er vaak voor dat na aanzienlijke inspanning een met veel kosten tot stand gebrachte innovatie maatschappelijk toch onvruchtbaar blijkt te zijn: het kennisaanbod verzandt doordat de cultuur weinig gelegenheid geeft om het gehele produkt-traject a priori te overzien. In hoofdstuk 3 is aangewezen welke funeste gevolgen dat op de wat langere termijn kan hebben voor de economische basis van produkt-trajecten.

De cultuur van een sector heeft ook gevolgen voor de kwaliteit van het kennisaanbod. Technisch georiënteerde budgetbeheerders - veelal de overheid - trekken vaak een deel van het technische onderzoek- en ontwikkelingswerk naar zich toe. Dit hoeft echter lang niet altijd produktief te werken. Waar het technisch minder interessant is, komt het voor dat geen van de partijen bereid is ontwikkeling of onderzoek op zich te nemen. Hierdoor worden ontwikkelingen vaak niet afgemaakt of niet ingevoerd. In de sector grond-, water- en wegenbouw bestaat over het algemeen minder interesse in niet-technische disciplines - marketing, sociale wetenschappen, organisatieleer, ergonomie en economie - dan nodig kan zijn voor de verdere ontwikkeling en exploitatie van de produkten van deze sector. Verder is er sprake van overspecialisatie binnen de eigen sector: men kent elkaars sub-disciplines niet of nauwelijks: er is geen krachtige multidisciplinaire attitude. Het hoeft dan niet te verwonderen dat de selectie van onderzoeks- en ontwikkelingsdoelen vaak een eenzijdige voorkeur vertoont.

Deze weinig multidisciplinaire instelling en het geringe aantal medewerkers met inzicht in, en contacten met snel evoluerende high-tech disciplines als fysica, chemie, informatica, elektronica en dergelijke, belemmert het zicht op mogelijke technische ontwikkelingen. Zelfs binnen de diverse organisaties van de gww-sector blijken de overigens sterk groeiende chemische, fysische en informatica-afdelingen relatief zwak met het civiel-technische onderzoek te zijn verbonden. Deze eenzijdigheid, die overigens in alle door de WRR

⁵⁴] F.H. Mischgofsky, Overheid en innovatiebevordering in de grond-, water en wegenbouwsector; een verkenning; WRR, 1991.

onderzochte delen van de economie blijkt te bestaan - zij het in elke sector in een eigen vorm -, is een kenmerk waarmee terdege rekening moet worden gehouden als het gaat om de technologische ontwikkeling van die sector. Deze eenzijdigheid is hinderlijk - of althans een lastige realiteit - als zich nieuwe functies van maatschappelijke belanghebbenden of economische sectoren aandienen waar de 'cultuur' weinig raad mee weet.

8.4 Gedeelde verantwoordelijkheden

Gedeelde verantwoordelijkheden Tegenover de onschere marges van beleid voor de culturele aansluiting op de wetenschappelijke en technologische ontwikkeling staat de duidelijke maatschappelijke vraag naar overheidsactiviteiten met betrekking tot die ontwikkeling. Deze vraag groeit onder meer als gevolg van de stijging van ontwikkelingskosten, de complexiteit van technische systemen, de omvang van afzetmarkten, en door het groeiende aantal partijen - binnen en buiten de grenzen - dat er bij betrokken moet worden.

En de overheid reageert. Onderzoekprogramma's worden opgezet. Stimuleringsregelingen worden in het leven geroepen. Soms worden coördinatieorganen opgezet; vaak met betrekkelijk weinig geld en beperkte bevoegdheden. Op nationale en internationale schaal gaat het steeds om tijdelijke financieringen en inspanningen. Private partijen worden verwacht te participeren. En dan komt eenzijdigheid in het spel, en een tendens tot korte-termijn winstbejag.

Op zich is dat niet vreemd. Eerder in dit hoofdstuk is al aangegeven dat mensen en hun organisaties inhoud en betekenis geven aan de wetenschappelijke en technologische ontwikkeling, en aan de technologiediffusie. Dit kunnen afzonderlijke producenten zijn maar ook economische sectoren, bedrijfstakken, onderzoeksinstellingen, en zij die de maatschappelijke betekenis van technologische ontwikkelingen bepalen zoals overheden en gebruikers. Er is niet slechts één instelling of organisatie verantwoordelijk voor de wetenschappelijke en technologische ontwikkeling, en voor de besluiten die daarmee samenhangen. In feite gaat het om tamelijk diffuse besluitvormingsprocessen waarbij vele groeperingen - direct of indirect - zijn betrokken of elkaar beïnvloeden. Ieder draagt daarvoor ook partiële verantwoordelijkheid.

De consequentie van deze constatering is ingrijpend. De onderliggende gedachte bij het ontwikkelen en formuleren van het wetenschaps- en technologiebeleid is immers dat de overheid hier een hoofdrol dient te spelen, en dat zij verantwoordelijk zou zijn voor het succes van dat beleid. Dit nu is een onmogelijke opgave omdat de besluitvorming een complexe bundel is van keuzes en processen met een vaak onbekende culturele lading.

Verantwoordelijkheid voor de sociale, culturele en economische toetsing en selectie berust in de eerste plaats bij hen die inhoud geven aan wetenschappelijke en technologische innovaties zoals bedrijven en onderzoeksinstellingen, en bij hen die de maatschappelijke betekenis ervan bepalen of beïnvloeden zoals overheden, consumenten en instellingen voor onderwijs of voorlichting. Maar wie in een produkt-traject is nu verantwoordelijk, en waarvoor? Hier

ontstaat onzekerheid over aard en mate van verantwoordelijkheden van afzonderlijke groepen. Zo daarover al helderheid zou bestaan, rijst nog de vraag of - en zo ja, hoe - iedere groep de toegedachte verantwoordelijkheden kan realiseren. Deze vragen leiden wel tot inzicht in de complexiteit van collectieve besluitvormingsprocessen in en rond produkt-trajecten, maar niet gemakkelijk tot concrete toewijzing van eindverantwoordelijkheden of tot stuurbaarheid van die processen.

De overheid kan er in deze situatie voor zorgen, of er in ieder geval toe bijdragen, dat belanghebbenden bij een bepaalde ontwikkeling - of expliciete dragers van bepaalde maatschappelijke waarden - worden betrokken bij de genoemde besluitvormingsprocessen. Het doel daarvan is dat afstemming van belangen in hun culturele context kan plaatsvinden. Er kan worden gestreefd naar de explicitering van culturele uitgangspunten. Daarin ligt de kans voor culturele verankering van het eventueel door de overheid te voeren wetenschaps- en technologiebeleid.

In ieder geval staat de overheid voor de taak, indien mogelijk in overleg met belanghebbenden, die selectieomgeving te doen ontstaan die nodig is voor de bescherming van collectieve belangen. Het gaat bij wetenschaps- en technologiebeleid immers om beïnvloeding van maatschappelijke processen die vele sectoren van staatszorg doorsnijden. Expliciete en heldere formulering van doelstellingen voor dit beleid is nodig om effectiviteit en coherentie van interventies te bereiken. Formulering en keuze van doelstellingen moeten doortrekken zijn van begrip voor de culturele betekenis van kennisbezit en technologieverandering.

In de Middeleeuwen was maatschappelijke macht vooral gebaseerd op het bezit van land; later aangevuld met het bezit van kapitaal. Landbezit is nu geen wezenlijke factor meer, maar wel het bezit van kennis. De machtsverhouding tussen collectieve en private partijen zal in de toekomst mede afhangen van de verdeling van het kennisbezit. Investeren in de kennisbasis van de staat - in het collectief gefinancierde onderzoek en onderwijs - is een grote waarde voor het behoud van betekenis en gezag van de nationale staat in relatie tot private partijen en andere staten. Hierin ligt een deel van de legitimatie voor nationale inspanningen op het gebied van onderzoek en onderwijs.

Op terreinen van staatszorg als volksgezondheid, milieubeheer, veiligheid van arbeid en het verkeer en vervoer, kunnen wetgever, bestuur en maatschappelijke belangenorganisaties de verwerving en diffusie van nieuwe kennis remmen of bevorderen en zelfs uitlokken. Daarom is het wenselijk dat bij de particuliere en publieke besluitvorming over de technologie, de culturele context wordt onderkend als mede-richtinggevend. Ook kan beleid voor wetenschap en technologie zich niet beperken tot slechts één beleidssector, zoals er nu één onderwijsbeleid, één landbouwbeleid of één industriebeleid is. Vanuit een groot aantal beleidsterreinen houdt de overheid zich bezig met het functioneren van de technologische cultuur. Beïnvloeding van alle belanghebbenden bij de kenniscirculatie is bij uitstek een taak van de overheid. Eenvoud en coherentie van beleid is een belangrijke voorwaarde voor de effectiviteit van hun gecombineerde werking. Effectieve combinaties

kunnen alleen tot stand komen door middel van intensieve afstemming. Tot die afstemming hoort zeker ook het bevorderen van een supranationale aanpak van problemen. De harmonische ontwikkeling van de mondiale technologische cultuur in vrijheid en gemeenschap is een multinationaal vraagstuk bij uitstek. De maatschappelijke inbedding en exploitatie van nieuwe kennis op de genoemde gebieden van staatszorg is blijkbaar een omvangrijker vraagstuk dan op het eerste gezicht wel lijkt.

Veranderingen in relatiepatronen tussen publieke en private partijen - mede door specialistisch kennisbezit van maatschappelijke belanghebbenden - en het streven naar besturen op afstand leiden tot accentverschuiving van directe sturing naar geconditioneerde zelfregulering en stimulering op basis van afspraken over gemeenschappelijke strategieën. Krachtige verschuiving van publieke naar private verantwoordelijkheden biedt echter beperkte mogelijkheden als er geen geheel nieuw type onderneming en manager ontstaat met een uitgesproken maatschappelijke oriëntatie.

De nationale staat is niet de enige vertegenwoordiger van min of meer collectieve belangen met betrekking tot de wetenschappelijke en technologische ontwikkeling, en is daarom ook niet de enige drager van publieke verantwoordelijkheden. Deze relatieve positie wordt nog geaccentueerd door de overdracht van nationale competenties aan supranationale overheden, met het daaraan verbonden verlies van nationale invloed op de afstemming tussen technologie en cultuur. Bescherming op nationale schaal van collectieve belangen - van economische, culturele of sociale aard - door tijdige invoering van adequate elementen in de nationale selectie-omgeving wordt moeilijker. Het belang van supranationale vorming van de noodzakelijke selectieomgeving neemt sterk toe.

8.5 Culturele aspecten van het wetenschaps- en technologiebeleid

Om de uitdagingen en vraagstukken van de komende decennia succesvol tegemoet te treden, zijn aanzienlijke herstructureringen noodzakelijk in onderzoekbestel en bedrijfsleven. Voor significante veredeling van de transportsector zijn bijvoorbeeld vormen van multidisciplinair onderzoek nodig die in het huidige onderzoekbestel moeilijk kunnen worden gerealiseerd. In de chemische industrie is verwetenschappelijking van de chemische technologie nodig, en tevens een schaal van onderzoek, voor de ontwikkeling van een geavanceerde agro-chemische industrie, als ook voor de metamorfose van de energie-vretende en de milieu-belastende bedrijfstak in een energie-zuinig, milieuvriendelijk netwerk van flexibele producenten. Door de versnippering van het chemisch onderzoek in ons land kan de bundeling van krachten die hiervoor nodig is moeilijk tot stand worden gebracht. Er moet ook een nieuw type onderzoeker komen die zich meer bewust is van zijn maatschappelijke verantwoordelijkheden. De aanpak van de ecologische problemen vergt de ontwikkeling van kennis en produkt-trajecten - inclusief een effectieve eindfase - waarvoor in talrijke bedrijfskolommen nog veel zal moeten veranderen. Voor snelle ontwikkeling en invoering van nieuwe standaards voor proces- en produktspecificaties zal per sector en tussen sectoren van ons bedrijfsleven een bereidheid tot communicatie en nationale en internationale

samenwerking moeten groeien, met een intensiteit zoals men nog niet vaak aantreft. De in hoofdstuk 6 besproken privatisering van kennisontwikkeling past hier wel, maar brengt in cultureel opzicht het gevaar met zich mee van afnemende inspraak van burgers of hun vertegenwoordigers. Inspelen op al deze ontwikkelingen in een Europese context vergt in wezen verandering - verbreding - van de cultuur. Een handelsvolk van individualisten zal wat meer trekken moeten krijgen van een coöperatief ingesteld industrieel volk om op Europese schaal en in de wereldhandel een behoorlijke rol te kunnen blijven spelen.

Nationale interventies, die de concurrentiepositie van nationale belanghebbenden op een gemeenschappelijke markt beïnvloeden, kunnen kettingreacties van andere staten uitlokken. Dit kan leiden tot kostbare subsidie-wedlopen en andere beleidsimitaties. Om als volk, als sociaal-economische en culturele eenheid, op een open markt te overleven, zal de overheid lands-eigen specifieke fysieke, sociale en culturele sterken moeten benutten en uitbouwen om private kennisontwikkeling en -exploitatie voor de nationale bloei en continuïteit te verwerven en te behouden. Een belangrijke voorwaarde daarvoor is het aanbod van hoogwaardig menselijk kapitaal en voldoende financieel kapitaal tegen redelijke kosten. Het scheppen van een goed cultureel klimaat voor wetenschapsbeoefening en technologie-ontwikkeling, het bevorderen van snelle maar ecologisch en sociaal verantwoorde exploitatie van nieuwe kennis, kortom een stimulerend wetenschaps- en technologiebeleid dat rekening houdt met de sociaal-culturele selectie-omgeving en met veranderingen daarin, is daarbij van belang.

Wanneer men de aspiraties voor het behoud van een nationale culturele en sociale identiteit minder hoog wil stellen, geldt bovenstaande opdracht onverkort op regionale of zelfs op gewestelijke schaal. Ook op die niveaus is in ons land zeker nog veel te doen. Hierbij kan worden aangetekend dat regionaal denken minder, maar ook - en zelfs liever - meer dan het eigen historische grondgebied kan omvatten.

Culturele waarden en sociale doelstellingen zal men niet vaak aantreffen in de voorbereiding en de evaluatie van overheidsbeleid. Hiervoor zijn vele oorzaken aan te wijzen zoals gebrek aan politieke wil en stuurkracht, traditionalisme in onderzoek en industrie, kleinschalig denken, onderlinge competitie en allerlei vormen van ambachtelijkheid. Hier ligt een van de moeilijkste taken voor het uitbouwen van een coherent wetenschaps- en technologiebeleid. De betrekkelijk a-technisch gerichte cultuur zal meer open moeten staan voor wetenschappelijke en technologische veranderingen. Gezien vanuit de positie van de bestuurlijke overheid ligt hier een groot vraagstuk omdat het in de Nederlandse politieke en bestuurlijke traditie niet past dat de overheid bewust of gericht op dit soort thema's cultuurbeleid voert. Culturele verandering - of liever ontvankelijkheid voor technologische zaken - zal hier vooral moeten worden bereikt langs de omweg van verantwoordelijkheidsdeling. Dit betekent niets anders dan dat er naar wegen moet worden gezocht waarlangs partijen die verantwoordelijk zijn voor de ontwikkeling van wetenschap en technologie en partijen die verantwoordelijk zijn voor de maatschappelijke doorwerking daarvan, gezamenlijk belast moeten worden met de coherente,

afgestemde ontwikkeling van beleid dienaangaande. Dit beleid kan dan passen in de hun bekende culturele context.

In de jaren zeventig en tachtig was het wetenschaps- en technologiebeleid vooral gericht op economisch herstel en economische groei, terwijl in de jaren tachtig geleidelijk ook het eco-systeem meer aandacht kreeg. Nu en in de komende decennia zal in het wetenschaps- en technologiebeleid meer aandacht moeten worden besteed aan andere zaken, zoals de verbetering van levens- en arbeidsomstandigheden, de rol van de vrouw in produkt-trajecten, de versterking en opwaardering van de positie van individuele consumenten en kennis-gebruikende instellingen. Verder van belang is de flexibilisering en vergrote internationale gerichtheid van maatschappelijke belanghebbenden, en verhoging van hun bereidheid zich in te spannen op een niveau dat nodig is om als nationale gemeenschap te overleven te midden van toenemende culturele en economische concurrentie.

Een wezenlijk vraagstuk hierbij is de betrekkelijk geringe belangstelling in Nederland voor techniek, en zelfs de angst daarvoor. Dat uit zich onder meer in de relatief lage belangstelling voor technisch onderwijs; zeker bij vrouwen. Hier direct mee verbonden is de beperkte belangstelling voor kwaliteitsbevordering⁵⁵. Deze cultureel bepaalde instelling ten opzichte van wetenschap en technologie wordt nog versterkt door de geringe bereidheid om als producent risico's te lopen bij het aantrekken van kennis en bij de verwerking daarvan in marktgerede produkten. Een ondernemend gedrag, een culturele factor bij uitstek, is in ons land niet sterk ontwikkeld.

⁵⁵] J.E. Andriesen, Interview met Ingenieurskrant, 1/10 januari 1991.

9.1 Korte samenvatting van de systematiek

De kern van de hier ontwikkelde systematiek bestaat uit de begrippen 'produkt-traject' en 'kenniscirculatie'. Het gaat in dit analytische schema om de kenniscirculatie, gedragen door levenscycli van produkten. Door de levenscycli van produkten te combineren met de circulatie van de voor die cycli benodigde kennis, ontstaat er analytisch verband tussen wetenschappelijke en technologische ontwikkeling, de producerende sector en de gebruikers van produkten. Op deze wijze krijgt het wetenschaps- en technologiebeleid een richtinggevend onderwerp, bestaande uit produkten met een marktwaarde.

Elk produkt-traject bestaat hier uit een viertal hoofdfasen:

- de innovatie-fase waarin toepassingsgericht, innovatief onderzoek tot ideeën leidt over verhandelbare produkten, en waarin de aanloop wordt genomen tot de feitelijke produktie;
- de produktie-fase waarin het produkt wordt gemaakt en afgezet in de samenleving. Kennis krijgt een materiële gestalte: het produkt krijgt zijn definitieve vorm;
- de gebruiksfase waarin het produkt ten dienste staat van de gebruiker: het verricht de functie waarvoor het geschikt is (het verandert niet meer van gedaante);
- de eindfase waarin het produkt zijn gedaante en functie verliest en in die vorm uit de samenleving verdwijnt.

De produktie-factoren kennis en kapitaal, en twee omgevingsfactoren, geven in deze systematiek vorm, inhoud en voortgang aan elk produkt-traject. Kennis treedt op vele plaatsen en in vele gedaanten een traject binnen. In het begin van een traject zijn dat de resultaten van exploratief onderzoek. Verderop is meer praktische kennis nodig voor de vervaardiging van goederen en diensten, voor gebruik en onderhoud van deze produkten, en voor beëindiging of vernieuwing (recyclisatie) van het produkt-bestaan. Kapitaal - de andere produktie-factor - is onontbeerlijk voor de ontwikkeling van kennis, het aantrekken van geschoold personeel, de aanschaf van kennisintensieve investeringsgoederen en het bewerken en openen van markten: de entree tot de gebruiksfase en later de eindfase. Uiteraard is ook kapitaal nodig voor de aanschaf van grondstoffen en energie voor de vervaardiging van het produkt en voor ondersteuning van het gebruik.

De eerste omgevingsfactor betreft de institutionele patronen van kennisselevanciers, kapitaalverschaffers, toeleveranciers van intermediaire en investeringsgoederen, producenten en afnemers. Deze reeks loopt vanaf onderzoek en kennisimport, via produktie en gebruik, tot en met de eindbehandeling van produkten. Het aanbod van kennis door onderzoeksinstellingen, de vraag naar kennis door producenten en gebruikers, de kapitaalvoorziening, en bindingen tussen verschillende produkt-trajecten vinden in deze patronen plaats. De tweede omgevingsfactor, het normerende patroon, betreft orde-

nende invloeden als wet- en regelgeving, maatschappelijke normen en waarden, technische kwaliteitsnormen en standaarden.

In ieder van de vier fasen van de levenscyclus van een produkt worden bepaalde soorten kennis benut. Voor elk van de vier fasen geldt dat kennis in vele gedaanten wordt aangevoerd, verwerkt en afgezet. Daarbij stroomt kennis niet alleen in de richting van de levenscyclus maar ook in terugwaartse richting in de vorm van ervaringskennis en in de vorm van vraag naar nieuwe kennis. In die vraag is ervaringskennis met produktie en gebruik opgenomen, wat weer één van de bronnen is voor de ontwikkeling van nieuwe kennis. Bij de afzet van kennis blijft die kennis natuurlijk in het oorspronkelijke traject aanwezig, maar wordt tevens overgezet in een ander traject. Zo kan de oorspronkelijke kennis zich via een netwerk van produkt-trajecten verspreiden en in de samenleving werkzaam zijn. Wanneer producenten grote aantallen produkten vervaardigen met dezelfde kennis, en wanneer gebruikers die produkten vervolgens weer in veel produkt-trajecten toepassen, ontstaan de vermenigvuldigingseffecten (multipliers) die de omvang bepalen van de maatschappelijke waarde van die kennis. Dit proces is het mechanisme dat kennis omzet in maatschappelijke waarde, waaronder economische, sociale en culturele waarden.

Deze systematiek kent drie vormen waarin kennis een produkt-traject bereikt: onderzoekskenis, diensten met een voor de produktie relevante kennishoud, en goederen die door een producent aan zijn produkt-traject worden toegevoegd omdat hij de daarin opgeslagen kennis nodig heeft om zijn produkt te kunnen voortbrengen. Het analytische schema stelt de uitwisseling van kennis voor als een circulatie-systeem. Hierin wordt kennis aangeboden in de vorm van onderzoeksresultaten, diensten (consultancy en onderwijs) en goederen; het kennisaanbod. Er is, zoals gezegd, ook sprake van terugkoppeling waarin ervaringen in een produkt-traject via de inkleding van de kennisvraag worden doorgegeven aan de instituties en bedrijven die het kennisaanbod verzorgen. Hierdoor ontstaan rond-lopende ketens van aan elkaar gekoppelde kennisvragen.

Een effectieve vraag naar kennis vereist een passende financiering. Een zeer belangrijke bron van de kapitaalstroom is de verkoop van produkten op de overgang van de produktie-fase naar de gebruiksfase. Hier is zeer goed te zien hoe belangrijk een goede afzet van een produkt is voor de instandhouding van de kapitaaltoevoer naar een produkt-traject, en daarmee voor de continuïteit van de kenniscirculatie met betrekking tot het desbetreffende produkt-traject. Elke fase van een traject vraagt kennistoever, met daaraan gekoppeld ook de benodigde financiering: het economische moment van vraag en aanbod van kennis. De fasen zijn van elkaar afhankelijk, wat betekent dat de financiering van de innovatie-fase uiteindelijk moet berusten op een goed functionerende gebruiksfase. Is dat niet het geval of duurt het te lang voordat de gebruiksfase zijn volle wasdom bereikt, dan komt niet alleen het producerende deel van een produkt-traject in de financiële problemen, maar het gehele traject.

Er zijn drie duidelijke financieringsdoelen te onderscheiden: onderzoek in de exploratie- en innovatiefase, andere vormen van kennisaanbod in de vorm van 'human capital' zoals het onderwijs, en de kennisvraag uit produkt-trajecten.

In de kenniscirculatie zijn - in analytische zin - twee momenten van belang, namelijk als kennis aan het produkt-traject wordt aangeboden, en als kennis door het produkt-traject wordt gevraagd. Deze onderscheidbare plaats in de kenniscirculatie geeft twee modaliteiten van het wetenschaps- en technologiebeleid. Waar kennis aan een produkt-traject wordt aangeboden, kan de overheid de kenniscirculatie versterken door stimulering van dit aanbod: aanbodscheppend beleid. Waar een produkt-traject kennis vraagt, kan de overheid de kenniscirculatie versterken door stimulering van die vraag: het vraagscheppende beleid. De algemene indruk is dat de overheidsverantwoordelijkheid voor de kenniscirculatie - en dus ook voor de financiering daarvan - afneemt naarmate het produkt zich in een latere fase van zijn levenscyclus bevindt.

9.2 De praktische aansluiting van de systematiek op het wetenschaps- en technologiebeleid

Er worden twee zaken duidelijk uit de analyse van de verschillende vormen van aanbodscheppend en vraagscheppend beleid (paragraaf 2.5), alsmede uit de analytische toepassing van deze beleidsvormen ten aanzien van produktieprocessen in hoofdstuk 3, de aanbodscheppende uitwerkingen in de hoofdstukken 5 en 6, en uit de vraagscheppende uitwerkingen in de hoofdstukken 4 en 7. Ten eerste blijkt de systematiek goed te voldoen in het beschrijven van bestaande situaties, zij het binnen een aantal interpretatie-regels die uitdrukkelijk in hoofdstuk 2 zijn genoemd. Ten tweede geeft het bindende element in deze systematiek - het traject dat loopt van allereerste idee tot eindgebruik - praktische aangrijppingspunten voor het ontwikkelen van wetenschaps- en technologiebeleid. Dit hoofdstuk slaat de brug tussen de gegeven analytische systematiek en de bestuurlijke praktijk. In paragraaf 9.2 gaat het om analytisch gefundeerde keuze-mechanismen voor de ontwerp-fase van wetenschaps- en technologiebeleid. In paragraaf 9.3 volgt ten slotte een agenda van taakopdrachten voor de overheid.

In paragraaf 2.5 is onderscheid gemaakt tussen twee modaliteiten van het wetenschaps- en technologiebeleid. In de daar ontwikkelde systematiek gaat het om het aanbod van kennis aan een produkt-traject en om de vraag naar kennis uit zo'n traject. Het overheidsbeleid sluit daar rechtstreeks op aan: het aanbodscheppende en het vraagscheppende beleid.

Als de overheid aanbodscheppend beleid voert, dan zoeft zij naar middelen om het aanbod van kennis te vergroten en te bestendigen, of de kwaliteit te verhogen. De systematiek en de uitwerkingen daarvan geven aan dat het aanbod van kennis alleen goed tot stand kan komen als de financiering beschikbaar is, als onderzoekinstellingen naar behoren functioneren en als ook de wet- en regelgeving er op is toegesneden. Het huidige aanbodscheppende beleid houdt zich met deze zaken uitvoerig bezig.

Om het karakter van het aanbodscheppende wetenschaps- en technologiebeleid naar voren te halen, kan in zeer algemene termen worden gezegd dat dit beleid een groot aantal voorwaarden schept en bewaakt met betrekking tot de ontwikkeling van de kennisfactor. Hier zijn onder meer te noemen:

- de beschikbaarheid van een hoogontwikkeld en gevarieerd aanbod van human capital op de arbeidsmarkt;
- een kwantitatief en kwalitatief goede onderwijs-infrastructuur;
- een doeltreffende fysieke en technische infrastructuur, met een nieuw accent op de informatica en telecommunicatie;
- een goede universitaire, voor belanghebbenden toegankelijke technisch-wetenschappelijke infrastructuur;
- een competitief aanbod van wetenschappelijk onderwijs en een autonome en kritische vraag als voorwaarden voor deelname aan, overname van, en aanpassing van elders verricht onderzoek;
- de zorg voor een goed verlopende kennisdiffusie.

Voor meer uitgewerkte beschouwingen dienaangaande wordt verwezen naar paragraaf 2.5.1. Maar er is veel meer aan de hand. In vrijwel alle moderne samenlevingen steunt de overheid de wetenschappelijke ontwikkeling en de diffusie van kennis en technologie ook meer rechtstreeks en gericht: zelfs als op politieke gronden rechtstreekse en gerichte interventie in marktverhoudingen principieel wordt afgewezen. Dat wordt dan wel afgedaan door deze arrangementen toch als 'generiek' of 'indirect' te presenteren.

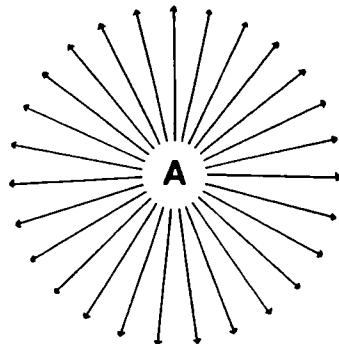
Naast het algemene beleid - vaak generiek genoemd - blijkt een meer gerichte benadering nodig om er voor te zorgen dat de aangeboden kennis in vruchtbare grond terecht komt. De hier gegeven analyses en uitwerkingen laten zien dat deze aansluiting tussen kennisaanbod en gebruik van het grootste belang is. Alleen al het denken in termen van een kenniscirculatiemodel, maar meer nog de gegeven uitwerkingen van het analytische schema, maken duidelijk dat kennisaanbod geen op zichzelf staande bezigheid kan zijn. Voor een duurzame levensvatbaarheid van het kennisaanbod is het wenselijk dat onderzoekinstututen de aangeboden kennis opnemen in hun eigen ontwikkelings-activiteiten. Er moeten vervolgens producenten zijn die de kennis omzetten in marktgerede produkten. Er zijn gebruikers nodig die de desbetreffende produkten willen afnemen tegen een zodanige prijs dat uiteindelijk de markt het oorspronkelijke kennisaanbod kan financieren, alsook de verdere ontwikkeling van dat aanbod.

De eenvoudige conclusie uit al deze beschouwingen is dat kennisaanbod - privaat of publiek - slechts een zinvolle bezigheid is als er uiteindelijk een zodanige produktie uit voortkomt dat het aanbod zichzelf kan bedrukken. Voor een private onderneming is het een gewone kennismanagementtaak er voor te zorgen dat onderzoek in direct verband staat met de verkoop van produkten. Toepassing van dezelfde redenering op het aanbodscheppende beleid van de overheid heeft verreikende consequenties. Het aanbodscheppende beleid is in dat geval namelijk niet langer vooral kennis-inhoudelijk van aard. Bij het overwegen van steun aan de aanbodzijde van de kenniscirculatie zou men zich er ook van moeten vergewissen of de kennis een institutionele omgeving heeft die aansluit bij de normering die er voor is gesteld, en

verband houdt met een marktvraag die het kennisaanbod op de langere termijn kan dragen.

Zonder nadere clausulering is dit wel bijzonder veel gevraagd. Het probleem waar de overheid voor staat wordt enigermate geschetst in figuur 9.1, waarin de 'A' staat voor aanbod, en elke pijl voor een produkt-traject.

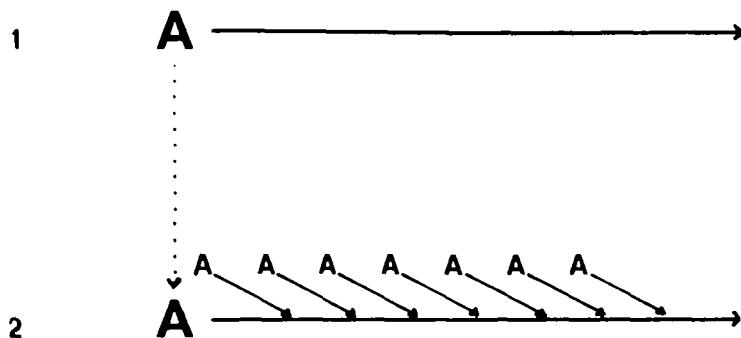
Figuur 9.1 Kennisaanbod en produkt-trajecten



Voor elk kennisaanbod zijn lang niet alle produkt-trajecten (vooraf) bekend. Verder is het niet te overzien welke marktpotenties een bepaalde kennis in een bepaald traject precies heeft. Toch vereist aanbodscheppend beleid, als kennismanagement, een redelijke zekerheid dat de aangeboden kennis uiteindelijk tot maatschappelijk effect leidt. Bij voorkeur is het effect zo krachtig dat de continuering van het kennisaanbod uiteindelijk ook financieel kan berusten op de maatschappelijke vraag naar die kennis. In deze zin vereist het aanbodscheppende beleid inzicht in de praktische doorwerking van die kennis in produkt-trajecten. In feite staat de overheid daarmee voor hetzelfde probleem als de private ondernemer, alleen dan wel over een veel groter aantal produkt-trajecten. Natuurlijk is de gehele uitwaaierende verzameling van producent-gebruiker ketens niet te overzien. Wel kan worden getracht een aantal hoofd-trajecten van zo'n waaier te onderzoeken op hun commerciële gezondheid. Dat geeft althans een indruk van de economische basis voor de zelfstandige continuering van het kennisaanbod. Hierbij doen zich twee grote vraagstukken voor. Het eerste betreft de te volgen methode om een aantal trajecten te onderzoeken; het tweede betreft de keuze van welk kennisgebied wel en welk niet in beschouwing wordt genomen; een lastig public choice vraagstuk. Bij de oplossing van het eerste vraagstuk kan het analytische schema goede diensten bewijzen. Het tweede vraagstuk ligt ten dele buiten de werkingsgrenzen van de hier gepresenteerde systematiek, zij het dat wel kan worden aangegeven hoe antwoorden zijn te vinden.

De kern van de systematiek, een produkt-traject gekoppeld aan de kenniscirculatie, is hier sterk vereenvoudigd weergegeven door uit figuur 9.1 de relatie tussen kennisaanbod en één produkt-traject centraal te stellen.

Figuur 9.2 Kennisaanbod en produkt-traject



In figuur 9.2 (1) is dezelfde 'A' te zien als in figuur 9.1, maar nu is het aanbod gekoppeld aan slechts één produkt-traject. Dit is tegelijkertijd een versimpeling van figuur 3.2 doordat figuur 9.2 alleen de relatie weergeeft tussen kennisaanbod en producent, en dan nog wel voor één bepaald type aanbod. Dit is de eerste stap in de ontwikkeling van aanbodscheppend beleid als vorm van kennismangement. Er wordt dan nagegaan of in een traject kennisaanbod zou leiden tot verbeterde produktie of tot een nieuw produkt-traject. De institutionele en normerende omgevingsfactoren en de financiële produktie-factor zijn hier mogelijke sturingsinstrumenten.

Het kenniscirculatiemodel laat zien dat kennis op vele plaatsen een traject binnenstroomt. Hierdoor is het, als tweede stap van de beleidsontwikkeling, van belang ook de overige kennisaanvoer naar het desbetreffende produkt-traject in ogenschouw te nemen. Is die kennis er wel, kan die worden aangeschaft, wat is de prijs, kan hij worden ontwikkeld, enzovoort. Deze tweede stap is grafisch weergegeven in figuur 9.2 (2). Aan het eind van deze tweede stap kan worden bezien - zoals een private producent dat ook zou doen - of het kennisaanbod compleet genoeg is voor commercieel succes van de voorgenomen produktie.

De overheid echter kan hiermee nog niet volstaan. Als het zo zou zijn dat één enkel produkt-traject in deze zin kennisaanbod rechtvaardigt, dan kan tot stimulering van dat aanbod worden besloten. Maar als één produkt-traject 'de kar niet kan trekken', is het goed denkbaar dat een ander traject of een combinatie van trajecten dat wel zou kunnen. Het is heel goed denkbaar dat kennisaanbod aan één traject pas werkelijk tot significant markteffect kan leiden als een hele reeks van opeenvolgende produkt-trajecten tot stand komt. Fijnmechanische techniek bijvoorbeeld kan van grote betekenis zijn voor de vervaardiging van zeer kleine kogellagers die pas betekenis in de markt krijgen wanneer er produkt-trajecten zijn waarin deze

worden toegepast. Hierbij is te denken aan de produktie van zeer nauwkeurige meetinstrumenten. De derde stap in de beleidsontwikkeling is dan ook het bij elkaar zoeken van een zodanige bundel van produkt-trajecten dat het in maatschappelijk opzicht verantwoord is het aanbod van bepaalde kennis te stimuleren.

Het tweede vraagstuk was welk kennisgebied wel, en welk niet in beschouwing zal worden genomen. Voor een deel onttrekt dit vraagstuk zich aan de reikwijdte van de systematiek, omdat zij elk kennisaanbod buiten beschouwing laat dat geen verband houdt met de ontwikkeling of ondersteuning van produkt-trajecten. Als de steun sui generis plaatsvindt, of voor de culturele ontplooiing van de mens, gelden andere criteria dan die welke in dit schema voor het wetenschaps- en technologiebeleid zijn ontwikkeld.

Vanuit het gezichtspunt van het kennisaanbod doet zich in dit opzicht een verval geheel verschillende situaties voor; er worden hier althans vier genoemd. Als het gaat om een bestaand kennisterrein met een afzet in de produkt-gerichte kenniscirculatie, dan doen zich problemen voor als het kennisaanbod belangrijke produkt-trajecten dreigt te verliezen. Wanneer bijvoorbeeld een bepaalde Nederlandse industrie verdwijnt, is het de vraag of er nog voldoende marktsteun voor het desbetreffende kennisterrein overblijft om op den duur dit terrein en dus het aanbod, in stand te kunnen houden. Aan de orde is dan de vraag of er vervanging mogelijk is in de kennisaanvoer naar andere bestaande of nog te ontwikkelen produkt-trajecten. Als kennis inderdaad een min of meer collectief goed is, dan heeft de overheid niet alleen de verantwoordelijkheid voor de ontwikkeling van die kennis, maar ook de verantwoordelijkheid voor de bescherming van het daarin geïnvesteerde kapitaal. Evenals een private producent zal ook de overheid bij dreigend verlies van markten moeten zoeken naar nieuwe bestemmingsmogelijkheden van in dit geval tot het gemeenschappelijke bezit behorende produkten. Het verlies van de scheepsbouw bijvoorbeeld heeft geleid tot kwaliteitsvermindering van het hierop gerichte kennisaanbod, ondanks de immense steunverlening. Wellicht was het mogelijk geweest deze kennis nog wat duidelijker dan thans toe te passen in de off shore, de gespecialiseerde scheepsbouw, de jachtenbouw, de binnenvaart en de scheepsreparatie. Het aanbodscheppende beleid krijgt hier het karakter van kennisverkoop, met een sterke band met het industriebeleid.

Het bestaande kennisaanbod kan ook in de gevarenzone komen om andere redenen dan het verlies van essentiële produkt-trajecten. Een sprekend voorbeeld daarvan is het verlies van fundamenteel onderzoek wegens budgettaire kwesties. De exploratie-fase die aan produkt-trajecten voorafgaat is hier in het geding, wat kan leiden tot verlies van marktaandelen van een onbekend aantal produkt-trajecten. Het aanbodscheppende beleid kan er voor zorgen dat in die situatie - via de hier geschetste methode - het argument van dat verlies kan meetellen in de genoemde financieringsbeslissing. Ook kan het aanbodscheppende beleid er voor zorgen dat verdwijnend kennisaanbod wordt vervangen door andere, gelijkwaardige kennis, zoals geimporteerde diensten, geschoolde mensen en investeringsgoederen of door licentieverkrij-

ging. De overheid kan het opdrogen van de kapitaalstroom dan compenseren door maatregelen in de sfeer van de instituties en de normering.

Deze twee situaties betroffen bestaande kennis, maar ook voor nieuwe kennis kan aanbodstimulering nodig zijn. Omdat deze - derde - situatie zich veelvuldig voordoet, is het praktisch uitgesloten dat men eerst - langs de ontwikkelde methodische weg - beziet of er wel emplooi voor die kennis is. Hier is directe aansluiting mogelijk bij de aanwezigheid van de kennis bij grote technologische instituten. Als GTI's, zoals aanbevolen in paragraaf 6.1, inderdaad beschikken over een geschikte 'body of knowledge' dan kan het toetsingscriterium zijn of de nieuwe kennis aansluit bij het 'body of knowledge' van de GTI's en bij de maatschappelijke kennisvraag waar zij voor staan. Het aanbodscheppende beleid bestaat hier vooral uit de stroomlijning van GTI's met betrekking tot hun 'unique sellingpoint' en markt, aanpassing van de financieringscondities van die instellingen, en uit de regeling van hun wettelijke grondslagen en taakopdrachten.

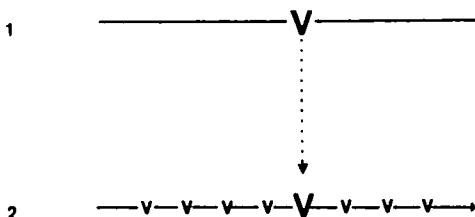
Als het echter blijkt dat nieuwe kennis niet past in het patroon van en rond een bepaalde GTI dan ontstaat de vierde situatie, waarin de kennisvraag leidinggevend is. Die kennisvraag kan uit zeer verschillende bron afkomstig zijn, maar hier zullen er twee worden genoemd: het industriebeleid, en produkt-trajecten.

Het industriebeleid is hier nauw verwant met het wetenschaps- en technologiebeleid, hoewel beide verschillen in hun relatie tot produkt-trajecten. Het industriebeleid raakt vooral de industriële structuur rond produkt-trajecten en bedrijven. Het beschouwt de kennis als gegeven; zij het niet altijd zonder commentaar. Het wetenschaps- en technologiebeleid beschouwt de industriële structuur, de sectorstructuur, produkt-trajecten en bedrijven als gegeven. Het richt zich vooral op de produktie-factor 'kennis'; en wel vooral op de exploratiefase en de innovatiefase van produkt-trajecten. Niettemin is in het hier ontwikkelde analytische framework de binding tussen wetenschaps- en technologiebeleid en industriebeleid zeer nauw. Het feitelijk gevoerde wetenschaps- en technologiebeleid richt zich op kennisontwikkeling, kennisdiffusie en exploitatie. In dit schema is dat ook het geval maar de aandacht is hier vooral gericht op de voortbrenging en het gebruik van produkten. Dat dient er voor om de dynamiek van de markt een richtinggevende invloed te geven op het wetenschaps- en technologiebeleid. In deze analytische opzet is het wetenschaps- en technologiebeleid niet bedoeld om de economische structuur of bedrijven te beïnvloeden. De toevoeging van het produkt-gerichte aspect geeft het wetenschaps- en technologiebeleid echter toch sterke banden met de industriële ontwikkeling. Het verschil met het industriebeleid blijft dat het wetenschaps- en technologiebeleid zich niet uitspreekt over de wenselijkheid van produkt-trajecten, en het industriebeleid wèl. Als het industriebeleid zich in die zin uitspreekt, geeft het daarmee in dit analytische schema richting aan het aanbodscheppende wetenschaps- en technologiebeleid. De keuze van produkt-trajecten roept immers de kwestie op van de beschikbaarheid van de daarvoor benodigde kennis. Uiteraard zal een beslissing in het industriebeleid worden gemaakt in het licht van de beschikbare of beschikbaar te maken kennis.

Hier nu is in analytisch opzicht de overgang bereikt naar het vraagscheppende wetenschaps- en technologiebeleid. Staat de overheid voor de taak de technologische ontwikkeling te stimuleren met behulp van het vraagscheppende beleid, dan is in principe dezelfde onderzoeksmethode bruikbaar als voor het aanbodscheppende beleid. Ook dan gaat het om een produkt-traject, waarbij het van belang is de kapitaalvoorziening, de instituties en de normering zo 'op te lijnen' dat het kennisaanbod voldoet aan de vraag naar nieuwe kennis. Aan de zijde van de kennisaanvoer moet bekend zijn welke kennis aanwezig is, welke kennis te koop is, welke kennis moet worden ontwikkeld en waar dat kan. Ook de prijs van de kennis is hier een belangrijk gegeven, alsmede de kosten van conversie en diffusie van die kennis tot in de loop van het produkt-traject. De afzet is hier essentieel want hier geldt eveneens dat de markt de stimulering moet kunnen dragen.

Naar analogie van figuur 9.2 is ook de methode voor de ontwikkeling van het vraagscheppende beleid grafisch weer te geven. Figuur 9.3 (1) laat weer een produkt-traject zien met daarin de letter 'V' voor vraag. De pijl staat voor een produkt-traject.

Figuur 9.3 Kennisvraag en produkt-traject



Als de kennisvraag voor stimulering in aanmerking komt, dan doet de overheid er goed aan niet uitsluitend deze vraag in ogenschouw te nemen, maar elke kennisvraag in dat traject. Zoals weergegeven in figuur 9.3 (2), brengt dat het totale pakket in kaart van de benodigde kennis in een produkt-traject. In feite is dit het spiegelbeeld van figuur 9.2 (2), alleen gezien vanuit de vraagzijde in plaats vanuit de aanbodzijde.

Ook hier doet zich een keuzeprobleem voor, namelijk de kwestie welke kennisvraag voor stimulering in aanmerking zou moeten komen, en welke niet. Het analytische schema geeft hier eveneens geen uitsluitsel omdat het in dit opzicht niet normatief is. Met behulp van dit schema is dit keuzeprobleem - zoals ook dat met betrekking tot het kennisaanbod - echter wel nauwkeurig te definiëren. Uitgangspunt hiervoor zijn de verschillende overheidsposities met betrekking tot deze beleidsmodaliteit, zoals die uitgebreid zijn behandeld in paragraaf 2.5.2, en verder wat meer concreet zijn toegelicht in hoofdstuk 3.

In de eerste positie stelt de overheid de vraag naar kennis zelf, meestal vanuit haar verantwoordelijkheid voor sectoren van staatszorg. Wanneer de overheid hierbij inspeelt op ontwikkelingen in technologie en wetenschap - het kennis-aanbod - is zonder veel machtsvertoon groot effect te bereiken. Ter versterking van het vraagscheppende beleid heeft het in dit verband nut aandacht te besteden aan zorgvuldige beoordeling van aanbestedingsmechanismen en het aankoopbeleid van de overheid. Zo zijn in de sector grond-, water- en wegenbouw voorbeelden te vinden hoe de overheid als leading edge customer de technologische vernieuwing van de sector zou kunnen stimuleren, mits de sector op een bepaalde wijze wordt benaderd⁵⁶.

In de tweede positie stelt de overheid de vraag naar kennis niet zelf maar ze zorgt er voor dat die vraag wordt gesteld door de gebruikers binnen een traject. Deze positie kent twee sterk verschillende vormen. Ten eerste kunnen in deze positie onderwijs en voorlichting worden benut om te komen tot de ontwikkeling van de kennisvraag. In de landbouwsector is dat proces zeer goed te zien. Het zogeheten OVO-drieluik (onderzoek, voorlichting, onderwijs) heeft daar niet alleen geleid tot een opmerkelijk soepele doorstroming van het kennisaanbod in het desbetreffende produkt-traject van de sector, maar ook tot de verspreiding van kennis onder kennisgebruikers - de landbouwers en veetelers - om de voor hun bedrijven essentiële kennisvragen te kunnen stellen. Meer in het algemeen gaat het hier om de kennisvraag die voortvloeit uit de behoefte aan een verbeterd of nieuw produkt, maar waarvan de behoefte niet zo kan worden geformuleerd dat die in de exploratie-fase en de innovatie-fase kan worden onderkend. Daarvoor is het nodig dat gebruikers de kennis ontvangen om hun behoefte aan nieuwe kennis duidelijk en verstaanbaar onder woorden te brengen. Voor een hoogwaardige benutting van de financiële en instrumentele middelen in de exploratie- en innovatie-fase is juist die stroomopwaartse kennisoverdracht vanuit de produktie- en gebruiksfase - waaronder ook ervaringskennis - van groot belang. De overheid kan hier in het vraagscheppende beleid assisteren vanuit haar verantwoordelijkheid voor onderzoeksinstellingen, de daaraan verbonden middelen, en vanuit haar normerende bevoegdheden. Hier is een vrij passieve variant denkbaar via stimulering van communicatie, en een actieve variant via actief richten van onderzoeksactiviteiten op de gebruiksprocessen van produkten waardoor gebruikerservaringen en innovatievragen een wetenschappelijke basis krijgen. Deze activiteiten - zoals de voorziening van researchkennis over bruikbaarheid, vernieuwbaarheid en veiligheid van produkten - binnen de tweede overheidspositie zijn er voor bedoeld de gebruiker van kennis, waaronder de consument als eindgebruiker, te 'upgraden' tot kritische en mondige dragers van produkt-trajecten.

In deze tweede overheidspositie kan de overheid ook trachten de vraag naar gewenste produkten te stimuleren of de vraag naar ongewenste produkten af te remmen. Deze variant van de tweede positie is uiterst gevoelig voor de kwestie van de legitimiteit van overheidshandelen. De overheid bemoeit zich hier immers direct met de ontplooiingsmogelijkheden van producerende bedrijven. Alleen als zwaarwegende belangen - onder meer voortkomende uit

⁵⁶] F.H. Mischgofsky, op.cit.

aspecten van staatszorg zoals de volksgezondheid of de bescherming van het milieu - in het geding zijn, kan de overheid deze positie innemen.

De derde positie van overheidshandelen is van een geheel andere orde. Het gaat dan om de condities waaronder een producent een produkt kan voortbrengen; en wel die condities die de vraag naar kennis beïnvloeden. Het vraagscheppende beleid heeft hier drie duidelijke aspecten. Deze hangen samen met de daarvoor relevante beïnvloedende factoren: kapitaalvoorziening, instituties en normering. Deze beleidscategorie is van groot belang omdat hierin - terecht - een groot deel van de budgettaire inspanningen van het huidige technologiebeleid zijn terug te vinden. Ook gaat het hier om prospectieve wetgeving. Te denken is aan milieuwetgeving, veiligheidswetgeving en kwaliteitsnormering. De grote vraag op dit punt is of er tussen de desbetreffende overheidsbijdragen ter stimulering van de kennisvraag een hogere graad van coherentie kan worden bereikt. Het gaat er om de verschillende beleidsinstrumenten zo rond bepaalde produkt-trajecten te groeperen dat zij elk afzonderlijk voldoende vraaggerichte steun ontvangen om tot de gewenste ontwikkeling te kunnen komen. Deze groepering houdt onvermijdelijk keuzen in met betrekking tot te stimuleren produkt-trajecten. Rond dit selectievraagstuk speelt eveneens de kwestie van de legitimering van overheidsbeleid.

9.3 Agenda voor de ontwikkeling van wetenschaps- en technologiebeleid

De systematiek brengt de dynamiek in de kennisonontwikkeling en technologieontwikkeling in verband met de dynamiek in de produkt-markt-sfeer. Het wetenschaps- en technologiebeleid kan langs deze lijn een zekere samenhang bereiken door in de ontwerp-fase van dat beleid te letten op de produkt-trajecten waar kennis in terecht komt. De organiserende kracht achter die samenhang is het produkt-traject, en geen door de overheid gecreëerde structuur.

De essentiële boodschap uit al deze beschouwingen is dat het wetenschaps- en technologiebeleid een hogere graad van coherentie dient te krijgen. Verhoogde coherentie is noodzakelijk om meer maatschappelijk effect te bereiken met beperkte middelen, en tevens om de basis te leggen voor een ambitieuzer wetenschaps- en technologiebeleid met wat meer financiële armslag. Het ontwikkelde kenniscirculatie-model is hier behulpzaam.

9.3.1 Inhoudelijke coherentie

De inhoudelijke coherentie van wetenschaps- en technologiebeleid vereist het doen van keuzen met betrekking tot de te stimuleren produkt-trajecten. Verbeterde afstemming van kennisvraag en kennisaanbod vereist eveneens het maken van keuzen, het formuleren van doelstellingen en het stellen van prioriteiten daartussen. De systematiek geeft analytisch gefundeerde methoden om keuzeproblemen helder te stellen en te kunnen aanpakken (zie paragraaf 9.2). Uiteraard is het niet mogelijk om alleen op basis van een dergelijke systematiek die keuzen ook werkelijk te maken. Dat is de taak van de politieke en bestuurlijke overheid, en vooral van het producerende bedrijfsleven. Ook de consument als eindgebruiker kan hier een essentiële rol

spelen. Hiervoor is technisch-wetenschappelijke analyse nodig van gebruiksprocessen bij de exploitatie van goederen en diensten.

Belanghebbenden in deze keuzeprocessen zijn niet in algemene zin aan te wijzen. Zij zullen in principe per produkt-traject of per netwerk van produkt-trajecten verschillen. Er zijn in de praktijk echter clusteringen van belanghebbenden aanwijsbaar die de levensvatbaarheid van een groot aantal samenhangende produkt-trajecten kunnen overzien. Te denken is hier aan brancheorganisaties, vakorganisaties, sectorraden en uitvoerende delen van de overheid. Ook kunnen zij de problematiek van de aansluiting van vraag en aanbod van kennis benaderen met informatie die de praktijk hen verschafft. Zij dienen zich bewust te zijn van de vaak normatieve aspecten in hun keuzen: een politieke zaak van de eerste orde.

Belanghebbenden en clusters van belanghebbenden kunnen zich in het keuzeproces laten leiden door kennis van de relatieve sterken van Nederlandse produkt-trajecten. Voor de Nederlandse samenleving is de toegevoegde waarde van nieuwe kennis en technologie immers groter naarmate de bestaande uitgangsposities van de daarmee verbonden trajecten in technologisch, commercieel, institutioneel en organisatorisch opzicht relatief sterker zijn. Verder oefenen sterke, kennisintensieve trajecten een omvangrijke vraag uit naar nieuwe kennis en technologieën, al was het maar ter bestendiging van hun internationale concurrentiepositie. Het verdient daarom aanbeveling bij het streven naar verhoogde coherentie aan te sluiten bij de 'demand pull' van trajecten waarmee Nederland zich op de wereldmarkt sterk kan profileren. Tenslotte zal de Europese economische integratie en de toenemende concurrentie tussen ondernemingen en lidstaten die daarvan het gevolg is, moeten leiden tot verdergaande specialisatie tussen de erbij betrokken economieën. Dan ligt het voor de hand de gerichte overheidsinspanningen vooral te concentreren op de produkt-trajecten waarin Nederland zich naar verwachting zal en kan specialiseren. Ook is het van belang te letten op de gevoeligheid van produkt-trajecten voor veranderingen in het aanbod van kennis (zie paragraaf 3.1). Zo levert het wetenschaps- en technologiebeleid, samen met het industrie- en investeringsbeleid, een bijdrage aan de profiling van ons land op de Europese en wereldmarkt.

Het gaat hier om zaken als het relatieve belang van de desbetreffende produkt-trajecten voor de Nederlandse economie, hun relatieve kracht in de internationale mededinging, hun economische gevoeligheid voor veranderingen en vernieuwingen in kennis en technologieën, de vraag die zij uitoefenen naar zuiver wetenschappelijk en/of toepassingsgericht onderzoek, en de relatieve kwaliteit van de beschikbare onderzoeksinstellingen die aan de hier bedoelde vraag naar onderzoek moeten voldoen en de mate waarin zij institutioneel en inhoudelijk vraaggericht kunnen opereren.

Bij de voorbereiding van richtinggevende keuzen passeren zo essentiële delen van de kenniscirculatie rond en door produkt-trajecten de revue. Belanghebbenden moeten ook letten op mogelijk minder gunstig werkende aspecten als de mate aan internationale beleidsconcurrentie op het desbetreffende wetenschaps- of technologiegebied, de schaalgrootte van de markt waarop de toepassing van nieuwe kennis en technologieën commercieel concurrerend

moet worden gemaakt, de mate waarin het nationale technologiebeleid wordt gevoerd met handelspolitieke instrumenten, de relatieve omvang van het publieke en particuliere middelenbeslag dat het onderzoek naar en de ontwikkeling van één bepaalde technologie vordert, en de concentratiegraad op de bovenationale markt waar de nieuwe kennis en technologieën hun commerciële toepassing moeten vinden.

Om in deze onmogelijke warwinkel van invloeden en factoren toch een aanzet voor coherent wetenschaps- en technologiebeleid te kunnen vinden, is het wenselijk dit gehele complex te reduceren tot vragen van het volgende type:

- op welke kennisgebieden, voor welke produkt-trajecten moet de inspanning worden geconcentreerd. Hierbij kunnen beleidsmakers in eerste instantie aansluiting zoeken bij bestaande nationaal specifieke sterkten, gevoeligheden voor veranderingen in technologie en wetenschap, en nationaal specifieke produkt-behoeften. Daarna is in tweede instantie te denken aan nieuwe kennis en nieuwe trajecten;
- met welke middelen moet het beleid worden gevoerd. Hierbij is het te onderzoeken in hoeverre coherent beleid is te ontwikkelen via wet- en regelgeving en andere vormen van normering. Stroomlijning, vernieuwing, aanpassing en aanvulling van wet- en regelgeving, standaardisatie en normering kan van groot belang zijn voor de evolutie, de slagkracht en de wendbaarheid van produkt-trajecten. Rekening houdend met het verlies aan nationale souvereiniteit op normerend terrein, is op korte termijn globaal onderzoek nodig om nieuw 'normerend beleid' te stimuleren en te onderbouwen. Op de wat langere termijn is ook prospectief onderzoek gewenst. Het richtinggevende kader hiervoor is te vinden onder werkgevers, werknemers, gebruikers/consumenten en overheid;
- kan er verband worden gelegd tussen publieke inspanningen en interventies, en de betrokken particuliere sector. Hierbij gaat het vooral om mechanismen voor de publiek/private financiering van grote lang-lopende hoog-risicodragende ontwikkelingsprogramma's. De in hoofdstuk 4 ontwikkelde denkbeelden zijn wellicht ook toepasbaar in wat eenvoudiger gevallen, bijvoorbeeld kort-lopende maar technisch risicovolle ontwikkelingsprogramma's.

De laatste twee vragen hebben vooral betrekking op de maatschappelijke inbedding van het te ontwikkelen coherenter wetenschaps- en technologiebeleid.

De taakopdracht voor de overheid ten aanzien van dit inhoudelijke aspect betreft ten eerste de selectie en activering van participerende belanghebbenden of clusters van belanghebbenden. Dit is zeker geen eenvoudige opgave, met bovendien een hoge politieke lading. Voor een aantal gebieden ligt deze problematiek nog betrekkelijk eenvoudig omdat er enige vaste patronen van overleg aanwijsbaar zijn, zoals bijvoorbeeld in de grond-, water- en wegenbouw en in de bouw. Tevens is de positie van de overheid in deze sectoren duidelijk vastgelegd, zoals die van dominante opdrachtgever in de water-

bouw⁵⁷. In de transportsector zal een en ander veel meer moeite geven. Gezien de heterogeniteit van deze sector zal daar eerst een overleg- en besluitvormingsstructuur moeten worden ontwikkeld. Een voorstudie van de WRR over deze sector bevat hiervoor enige voorstellen, inclusief een ontwikkelingspad van die structuren en de mogelijke taak van de overheid daarbij.⁵⁸

De tweede taak voor de overheid is de stimulering van de keuze van relevante kennisgebieden en produkt-trajecten door belanghebbenden. Afhankelijk van de betrokkenheid van de overheid bij de desbetreffende produkt-trajecten kan de overheid zich meer of minder met de keuzeprocessen zelf inlaten. De overheid kan hier onder meer gebruik maken van de nu reeds verrichte verkenningen op het terrein van wetenschappelijke ontwikkeling en kennisgebruik. Ten derde dient de overheid zorg te dragen voor de bewaking van de aansluiting tussen kennisvraag en kennisaanbod op de geselecteerde terreinen van kennis en produktie. Ten vierde dient het Europese aspect van elke beleidsactie te worden bewaakt. Dit aspect is van het grootste belang, zowel bij de keuzevraagstukken als bij de ontwikkeling van kennis en technologie.

9.3.2 Bestuurlijke coherentie

Met betrekking tot de bestuurlijke coherentie zijn twee kwesties aan de orde. De eerste is die van de bestuurs-interne samenhang. De bij een bepaalde beleidsbeslissing betrokken overheden of overheidsinstanties opereren soms in geheel verschillende rollen: sommige zijn competente aanbieders, andere belanghebbende vragers. De uitkomsten van de bestuurlijke besluitvorming zijn vaak sterk georiënteerd op de preferenties en de beleidstradities aan de aanbodzijde. Delen van de overheid die meer aan de vraagzijde van de technologische ontwikkeling opereren, komen in de regel duidelijk te kort. Doordat het ene deel van de overheid voorzieningen beschikbaar stelt die onvoldoende beantwoorden aan de behoeften van andere delen, treedt belemmering op in het bestuurlijke functioneren. Het wetenschaps- en technologiebeleid kan hier bevorderen dat verschillende delen van de overheid zich meer bewust worden van hun positie en verantwoordelijkheden met betrekking tot de produkt-trajecten waarin zij meespelen.

Ingrijpender is de kwestie van de bestuurlijke coherentie met betrekking tot de maatschappelijke omgeving. De bestuurlijke tweedeling van wetenschapsbeleid en technologiebeleid, en ook het betrekkelijk disjuncte karakter van het industriebeleid, is weinig bevorderlijk voor de inhoudelijke bestuurs-externe coherentie van de wetenschappelijke, technologische en industriële ontwikkeling, terwijl die juist - zoals de systematiek van de kennis- en kapitaalcirculatie laat zien - zo sterk op elkaar betrokken moeten zijn. Ten behoeve van de ontwikkeling van wetenschap en technologie is het daarom

⁵⁷] F.H. Mischgotsky, Overheid en innovatiebevordering in de grond-, water-, en wegenbouwsector: een verkenning; 's-Gravenhage, WRR, 1991.

⁵⁸] F.M. Roschar, H.L. Jonkers, P. Nijkamp, Meer dan transport alleen, 'Veredeling' als overlevingsstrategie; 's-Gravenhage, WRR, 1991.

wenselijk de afstemming van het desbetreffende beleid intensiever ter hand te nemen, te beginnen bij de ministeries van Economische Zaken, en Onderwijs en Wetenschappen. Een aanzet hiervoor is al de instelling van de Adviesraad voor Wetenschap en Technologie (AWT) als vervanging van de Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid (RAWB). De mogelijkheid tot afstemming neemt toe als beide ministeries de voortbrenging van goederen en diensten centraal stellen. Hiertoe behoort ook het produkt 'onderwijs'. De verschillende invalshoeken en belangen komen dan op een centraal en essentieel punt samen. Met betrekking tot de overige ministeries is het van belang dat ook zij zich aan deze activiteiten verbinden zodra het om produkt-trajecten of delen van trajecten gaat die onder hun al dan niet exclusieve verantwoordelijkheid vallen. Kernpunt hier is bestuurlijke afstemming via inhoudelijke coherentie.

De taakopdracht met betrekking tot het bestuurlijke aspect betreft de verhoging van de interne en externe bestuurlijke afstemming door inhoudelijke coherentie na te streven. Het gaat hier vooral om afstemming tussen Economische Zaken en Onderwijs en Wetenschappen, maar zo mogelijk ook om afstemming tussen deze twee departementen en andere departementen die de ontwikkeling van bepaalde produkt-trajecten geheel of gedeeltelijk tot hun verantwoordelijkheid rekenen. Het onderzoek dat voor de inhoudelijke coherentie nodig is, kan hier een vruchtbare voedingsbodem zijn. Dit onderzoek betreft dan de vaststelling van gemeenschappelijke activiteiten ter stimulering van de kenniscirculatie rond bepaalde produkt-trajecten.

9.3.3 Maatschappelijke coherentie

De kern van de observatie uit de voor de WRR verichte sectorstudies is dat de overheid zich niet bezig moet houden met het uitzetten van ontwikkelingslijnen, de bepaling van verantwoordelijkheden daarbij en de preciese invulling daarvan. Het gaat veeleer om de werking van het gehele omzettingsproces van vernieuwende kennis in maatschappelijk relevante resultaten. Ondanks de gedeeltelijke overdracht van soevereiniteit aan internationale overheden, ligt bij de nationale overheid nog steeds een vitale verantwoordelijkheid voor het reilen en zeilen van vrijwel elk produkt-traject.

Ook blijkt uit de genoemde sectorstudies dat de overheid zelden autonoom kan optreden. Vaak ontbreekt het aan voldoende informatie en kracht om in de vele keuzen in het beleidsontwikkelingsproces zelfstandig te kunnen opereren. Het is daarom verheugend dat de overheid in de ontwerp-fase van beleid voortdurend contact zoekt met natuurlijke partners als universiteiten, grote technische instituten, gebruikers- en consumentenverenigingen, het bedrijfsleven in al zijn schakeringen, en werknemersorganisaties. Het gaat dan niet om formele of oppervlakkige contacten, maar om inhoudelijk overleg waarin de verschillende belangen - en de daaraan verbonden financiële en organisatorische potenties - duidelijk worden. Die belangen en potenties vormen de bronnen van informatie en kracht om wetenschaps- en technologiebeleid te kunnen ontwikkelen. Ook blijkt in dat overleg welke maatschappelijke en culturele grenzen aan het beleid zijn gesteld.

Deze kwestie raakt aan het reeds meermalen genoemde legitimiteitsprobleem. Kenmerkend voor alle relaties tussen overheid en belanghebbenden is

dat overheidsoptreden dient te stoelen op erkende maatschappelijke belangen en op daarvan afgeleide maatschappelijke functies; hoe vaag ook. Dit complexe probleem wordt nog versterkt doordat de legitimering op verschillende plaatsen binnen de overheid is ondergebracht. De overheid is geen hechte eenheid. Ze is opgesplitst in verschillende, soms rivaliserende departementen, directoraten-generaal, afdelingen, diensten en instellingen. Een reden te meer om de bestuurlijke afstemming ter hand te nemen.

De taakopdracht voor dit maatschappelijke aspect is vooral de verdere ontwikkeling van wat wel de katalytische overheidsfuncties wordt genoemd. Door zich duidelijker dan thans op te stellen als een van de maatschappelijke partners bij de organisatie en instandhouding van de kennis- en kapitaalcirculatie rond bepaalde produkt-trajecten, kan de overheid trachten de legitimieringsgrondslag voor coherenter wetenschaps- en technologiebeleid te vergroten, en daarmee de mogelijkheden voor economische groei en versterking van de Nederlandse internationale concurrentie-positie. Goede voorbeelden van deze katalytische functie zijn te vinden in het zogeheten Baseler Forum⁵⁹ en in enige experimenten in Amsterdam. Het gaat er daar om producenten, consumenten, financiers, onderzoeksinstellingen en de overheid te betrekken bij de ontwikkeling van produkt-trajecten. Doel is onder meer de waarborging van de maatschappelijke - en dus ook culturele inbedding - van de ontplooiing van wetenschap en technologie.

9.4 Doel van de agenda voor beleidsontwikkeling

Inhoudelijke, bestuurlijke en maatschappelijke coherentie zijn geen doel op zich. Nu de interne Europese grenzen vervagen, gaan lidstaten steeds meer lijken op regio's binnen een nationale economie. Zoals regio's van nationale staten dat doen, streven ook Europese regio's ieder voor zich naar een sterke positie binnen de Europese economie. Vooral hun uitzicht op economische groei op langere termijn is hier van het grootste belang.

De mate waarin Nederland de Europese welvaartsgroei naar zich toe weet te trekken, hangt onder meer af van het succes waarmee producerende en dienstverlenende bedrijven in de toekomst kennis en kapitaal kunnen omzetten in economisch effect. Nu de kosten van kennis- en produktontwikkeling sterk stijgen, en het betreden en instandhouden van markten steeds meer financiële inspanningen vergt, staan die bedrijven voor ingrijpende strategische keuzen met betrekking tot de besteding van hun doorgaans beperkte middelen. Een coherent wetenschaps- en technologiebeleid is hier nuttig voor de versterking van de internationale positie van het Nederlandse bedrijfsleven. Zo'n beleid draagt dan bij aan het behoud van de Nederlandse welvaart.

Deze studie maakt duidelijk dat voor het behoud en de versterking van de internationale slagkracht van het bedrijfsleven vooral twee factoren van belang zijn: de circulatie van kennis en de circulatie van kapitaal. Om op den

⁵⁹] A.J.M. RoobEEK en E. Broesterhuizen, Verschulvingen in het technologiebeleid: een internationale vergelijking vanuit de praktijk; 's-Gravenhage, WRR, 1991.

duur te kunnen overleven als een Noordeuropese regio met een hoog welvaartsniveau moet het Nederlandse wetenschaps- en technologiebeleid er daarom op gericht zijn die twee cirkulaties drastisch te intensiveren en aan elkaar te koppelen. Hier zijn drie zaken van belang:

- versoepeling van de kapitaalvoorziening voor lang-lopende hoog-risicodragende technologie-ontwikkelingsprogramma's. Deze programma's zullen de ruggegraat moeten vormen van toekomstige Nederlandse economische activiteiten;
- aanpassing van het patroon van onderzoeksinstituten aan de eisen die het bedrijfleven stelt, alsmede de internationale verankering van dat patroon;
- verhoging van kwaliteit, produktiviteit en wendbaarheid van het technisch onderwijs.

Het is wenselijk deze drie nauw op elkaar te laten aansluiten. De overheid kan hierbij behulpzaam zijn door in de ontwerpfasen van het wetenschaps- en technologiebeleid met grote precisie te kijken naar die goederen en diensten waarin Nederland sterk is of sterk zou kunnen zijn, en die een relatief grote gevoeligheid hebben voor de intensivering van de kennis- en kapitaalcirculatie. Naast stimulering van strategische doelkeuzen door producerende en dienstverlenende bedrijven staan de overheid nog drie andere essentiële beleidsinstrumenten ter beschikking: wet- en regelgeving, de ontwikkeling van publiek/private financieringsarrangementen met een daaraan verbonden initiatief-ontplooïnd en selecterend mechanisme, alsook passende betrokkenheid bij netwerken van onderzoeksinstellingen, producenten en consumenten.

Geraadpleegde literatuur

Z.J. Acs en D.B. Audretsch, Small firms and technology, Ministerie van Economische Zaken, Beleidsstudies Technologie/Economie 2. 's-Gravenhage.

Adviescommissie inzake het industriebeleid en de Adviescommissie inzake de voortgang van het industriebeleid, Een nieuw elan; de marktsector in de jaren tachtig; januari 1982-juni 1982; juli 1982-januari 1983; februari 1983-juni 1983; juli 1983-december 1983. Deventer, Kluwer, 1984.

Adviescommissie voor de uitbouw van het technologiebeleid (voorzitter prof.dr. W. Dekker), Wissel tussen kennis en markt; 's-Gravenhage, 1987.

B. Dankbaar, Th. van Dijk, L. Soete en B. Verspagen, Technologiebeleid en wetenschapsbeleid in veranderende economische theorievorming; MERIT, WRR, Maastricht, 1991.

J.W.A. van Dijk en N. van Hulst (1988), Grondslagen van het technologiebeleid; Ministerie van Economische Zaken, Beleidsstudies Technologie/Economie 1, 's-Gravenhage.

J.W.A. van Dijk en N. van Hulst, 'Grondslagen van het technologiebeleid'; in: Technologie en economie; licht op een black box?; onder redactie van W.C.L. Zegveld en J.W.A. van Dijk, Assen/Maastricht, Van Gorcum, 1989.

H.G. Eijgenhuijsen, J. Koelewijn, H. Visser, Investeringen en financiële infrastructuur; WRR, Voorstudies en achtergronden, V60, 1987, blz. 43

Europese Stichting tot Verbetering van de Levens- en Arbeidsomstandigheden, Inspraak in technologische veranderingen, Dublin, Ierland, Loughlinstown House, Shankill Co.1988.

H. Hufn, 'De sociale achterkant van het technologiebeleid'; Wetenschap en Samenleving, jaargang 42, nr. 4. 1990, blz. 47-51.

N. van Hulst, 'Hoogwaardige technologie en structuurnobisme'; Economisch Statistische Berichten, 8 augustus 1990, blz. 724-727.

Interdepartementale Commissie van Advies inzake den Bouw van Vliegtuigmaterieel hier te lande, no. IC-386, 20 maart 1946.

D. Jacobs, P. Boekholt, en W. Zegveld, Economische kracht van Nederland; een toepassing van Porters benadering van de concurrentiekraft van landen; Stichting Maatschappij en Onderneming, 's-Gravenhage, 1990.

A.H.M. de Jong en C.W.A.M. van Paridon, De economische geschiedenis van West-Europa in vogelvlucht; een speurtocht naar groeiбепalende factoren; CPB Onderzoeks memorandum no. 55.

J. Kol en L.B.M. Mennes, 'Moderne handelstheorieën en implicaties voor de handelspolitiek'; in: C.J. van Eijk e.a., Export Preadyiezen 1989 voor de Koninklijke Vereniging voor de Staathuishoudkunde; Leiden, Stenfert Kroese.

C.L.J. van de Meer, H. Rutten, N. A. Dijkveld Stol/ Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek/ Landbouw-Economisch Instituut (NLRO/LEI), Technologiebeleid in de landbouw; effecten in het verleden en beleidsoverwegingen voor de toekomst; 's-Gravenhage, WRR, 1991.

A. Minc, La grande illusion; Parijs, Bernard Grasset, 1989

Ministerie van Economische Zaken, Beleidsoverzicht Technologie 1988-1989; Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1988-1989, 20 804, nrs. 1-2.

Ministerie van Economische Zaken, Beleidsoverzicht Technologie 1989-1990; Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1989-1990, 21 311, nrs. 1-2

Ministerie van Economische Zaken, Beleidsoverzicht Technologie 1987-1988; Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1987-1988, 20 205, nrs. 1-2

Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, Rijkdom van het onvoltooide, uitdagingen voor het Nederlandse onderwijs; 1989.

Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, Gevolgen rendementskorting MBO/KMBO; Inspectie MBO/WJ, 1989.

Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, Wetenschapsbudget 1991,

F.H. Mischgofsky, Overheid en innovatiebevordering in de grond-, water-, en wegenbouwsector; een verkenning; 's-Gravenhage, WRR, 1991.

Nota Wetenschapsbeleid 1974, Tweede Kamer der Staten-Generaal, zitting 1974-1975, 13 221, nrs. 1-2

B.W. Oakley, I.M. Mackintosh en R.J. Morland, Netherlands Microelectronics Policy Study. Assignment Report; Cambridge, Logica plc en Mackintosh Generics Ltd, 14 januari 1991.

Office of Technology Assessment, 'Technology and the American Transition: Choices for the Future'; in: Technological Forecasting and Social Change, 36, 1989, U.S. Congress, U.S. Gov. Printing Office, Washington D.C.

Organisation for Economic Co-operation and Development, Expert group on economic implications of information technologies, Economic Implications of Emerging Information Technology Applications; Opportunities for Change, 1989.

M.E. Porter, 'The competitive advantage of nations'; Harvard Business Review, march-april 1990.

M.E. Porter, The competitive advantage of nations; New York, Free Press, 1990.

H. Priemus, 'Naar een kapitaaldienst op de rijksbegroting?'; Economisch Statistische Berichten, 20 juni 1990, blz. 568-571.

Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid, Bewegende grenzen: naar een beleid voor wetenschappelijk en technologisch onderzoek in de jaren '90; 's-Gravenhage, 1990.

Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid, Advies over het missiepatroon van de grote technologische instituten; no. 59.

Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid, The development of Dutch science policy in international perspective; RAWB 14, serie achtergrondstudies 1965 - 1985.

A.J.M. Roobek en M. Roscam Abbing, 'The international implications of computer integrated manufacturing'; International Journal Computer Integrated Manufacturing, vol. 1, no. 1, blz. 3-12.

A.J.M. Roobek , Een race zonder finish: de rol van de overheid in de technologiewedloop; Amsterdam, VU-uitgeverij, 1988.

A.J.M. Roobek en E. Broesterhuizen, Verschuivingen in het technologiebeleid: een internationale vergelijking vanuit de praktijk; 's-Gravenhage, WRR, 1991.

F.M. Roschar, H.L. Jonkers, P. Nijkamp, Meer dan transport alleen. 'Veredeling' als overlevingsstrategie; 's-Gravenhage, WRR, 1991.

N. Rosenberg, Inside the Black Box, Technology and Economics; Cambridge, Cambridge University Press, 1982.

U. Rosenthal, 'De overheid in 2000'; Economisch Statistische Berichten, 27 december 1989, jaargang 20.

Sociaal-Economische Raad, Advies inzake de economische infrastructuur, publikatie nr. 3, 20 maart 1987.

L. Soete, 'Technologie en economie: 'dead ends en new departures"'; in: Technologie en economie: licht op een black box?; onder redactie van W.C.L. Zegveld en J.W.A. van Dijk, Assen/Maastricht, Van Gorkum, 1989.

L.U. de Sitter, Op weg naar nieuwe fabrieken en kantoren. Produktieorganisatie en arbeidsorganisatie op de tweesprong; Deventer, Kluwer, 1987.

C. Stevens, 'Technoglobalism vs. Technonationalism: The Corporate Dilemma'; Columbia Journal of World Business, Fall 1990, blz 42-49.

Stichting Maatschappij en Onderneming, Het onderwijs als Nederlands wapen in de internationale concurrentiestrijd; 's-Gravenhage, 1989.

Stichting Nederland Distributieland, Telematica en de Concurrentiekracht van Nederland als Distributieland; 's-Gravenhage, juni 1989.

Stichting Nederland Nu Als Ontwerp, Proeve van een investeringsstrategie, Amsterdam, 3 april 1989.

Tijdelijke adviescommissie Onderwijs en Arbeidsmarkt (Commissie Rauwenhoff), Onderwijs en arbeidsmarkt: naar een werkzaam traject; 1990.

R. van Tulder, 'Herstructureringsbeleid: naar een brede invulling van smalle marges'; Economisch Statistische Berichten, 4 april 1990, blz. 324-327.

Verbond van Nederlandse Ondernemingen, Investeren in verandering: Programma voor een sterke positie in de Europese markt; 's-Gravenhage, mei 1989.

VHTS, Zwartboek personeel hoger technisch onderwijs, 1985.

WRR, Plaats en Toekomst van de Nederlandse Industrie; Rapporten aan de Regering nr. 18, 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij, 1980.

W.C.L. Zegveld en J.W.A. Van Dijk, 'Onderzoek technologie en economie; licht op een black box?' in: Technologie: licht op een black box?; onder redactie van W.C.L. Zegveld en J.W.A. Van Dijk, Assen/Maastricht, Van Gorcum, 1989.

Rapporten aan de Regering

Eerste raadsperiode:

- 1 Europese Unie*
- 2 Structuur van de Nederlandse economie*
- 3 Energiebeleid
Gebundeld in één publikatie (1974)*
- 4 Milieubeleid (1974)*
- 5 Bevolkingsgroei (1974)*
- 6 De organisatie van het openbaar bestuur (1975)*
- 7 Buitenlandse invloeden op Nederland: Internationale migratie (1976)*
- 8 Buitenlandse invloeden op Nederland:
Beschikbaarheid van wetenschappelijke en technische kennis (1976)*
- 9 Commentaar op de Discussienota Sectorraden (1976)*
- 10 Commentaar op de nota Contouren van een toekomstig onderwijsbestel (1976)*
- 11 Overzicht externe adviesorganen van de centrale overheid (1976)*
- 12 Externe adviesorganen van de centrale overheid (1976)*
- 13 Maken wij er werk van?
Verkenningen omtrent de verhouding tussen actieven en niet-actieven (1977)*
- 14 Interne adviesorganen van de centrale overheid (1977)*
- 15 De komende vijfentwintig jaar – Een toekomstverkenning voor Nederland (1977)*
- 16 Over sociale ongelijkheid – Een beleidsgerichte probleemverkenning (1977)*

Tweede raadsperiode:

- 17 Etnische minderheden (1979)*
 - A. Rapport aan de Regering
 - B. Naar een algemeen etnisch minderhedenbeleid?
- 18 Plaats en toekomst van de Nederlandse industrie (1980)*
- 19 Beleidsgerichte toekomstverkenning
Deel I: Een poging tot uitlokking (1980)*
- 20 Democratie en geweld
Probleemanalyse naar aanleiding van de gebeurtenissen in Amsterdam op 30 april 1980*
- 21 Vernieuwingen in het arbeidsbestel (1981)*
- 22 Herwaardering van welzijnsbeleid (1982)*
- 23 Onder invloed van Duitsland
Een onderzoek naar gevoeligheid en kwetsbaarheid in de betrekkingen tussen Nederland en de Bondsrepubliek (1982)*
- 24 Samenhangend mediabeleid (1982)*

Derde raadsperiode:

- 25 Beleidsgerichte toekomstverkenning
Deel 2: Een verruiming van perspectief (1983)*
- 26 Waarborgen voor zekerheid
Een nieuw stelsel van sociale zekerheid in hoofdlijnen (1985)
- 27 Basisvorming in het onderwijs (1986)
- 28 De onvoltooide Europese integratie (1986)
- 29 Ruimte voor groei; kansen en bedreigingen voor de Nederlandse economie in de komende tien jaar (1987)
- 30 Op maat van het midden- en kleinbedrijf (1987)
Deel 1: Rapport aan de Regering; Deel 2: Pre-adviezen
- 31 Cultuur zonder grenzen (1987)*
- 32 De financiering van de Europese Gemeenschap; een interimrapport (1987)
- 33 Activerend arbeidsmarktbeleid (1987)
- 34 Overheid en toekomstonderzoek; een inventarisatie (1988)

* Uitverkocht

Vierde raadsperiode:

- 35 Rechtshandhaving (1988)
- 36 Allochtonenbeleid (1989)
- 37 Van de stad en de rand (1990)
- 38 Een werkend perspectief:
Arbeidsparticipatie in de jaren '90 (1990)
- 39 Technologie en overheid (1991)

'Voorstudies en achtergronden'

Eerste raadsperiode:

V 1 W.A.W. van Walstijn e.a.: Kansen op onderwijs; een literatuurstudie over ongelijkheid in het Nederlandse onderwijs (1975)*

V 2 I.J. Schoonenboom en H.M. In 't Veld-Langeveld: De emancipatie van de vrouw (1976)*

V 3 G.R. Mustert: Van dubbeltjes en kwartjes: een literatuurstudie over ongelijkheid in de Nederlandse inkomenverdeling (1976)*

V 4 IVA/Instituut voor Sociaal-Wetenschappelijk Onderzoek van de Katholieke Hogeschool Tilburg: De verdeling en de waardering van arbeid; een studie over ongelijkheid in het arbeidsbestel (1976)*

V 5 'Adviseren aan de overheid', met bijdragen van economische, juridische en politicologische bestuurskundigen (1977)*

V 6 Verslag Eerste Raadsperiode: 1972-1977*

Tweede raadsperiode:

V 7 J.J.C. Voorhoeve: Internationale macht en interne autonomie – Een verkenning van de Nederlandse situatie (1978)*

V 8 WM. de Jong: Techniek en wetenschap als basis voor industriële innovatie – Verslag van een reeks van interviews (1978)*

V 9 R. Gerritse/Instituut voor Onderzoek van Overheidsuitgaven: De publieke sector: ontwikkeling en waardevorming – Een vooronderzoek (1979)*

V10 Vakgroep Planning en Beleid/Sociologisch Instituut Rijksuniversiteit Utrecht: Konsumptieverandering in maatschappelijk perspectief (1979)*

V11 R. Penninx: Naar een algemeen etnisch minderhedenbeleid? Opgenomen in rapport nr. 17 (1979)*

V12 De quartaire sector – Maatschappelijke behoeften en werkgelegenheid – Verslag van een werkconferentie (1979)*

V13 W. Driehuis en P.J. van den Noord: Produktie, werkgelegenheid en sectorstructuur in Nederland 1960-1985 Modelstudie bij het rapport Plaats en toekomst van de Nederlandse industrie (1980)*

V14 S.K. Kuipers, J. Muysken, D.J. van den Berg en A.H. van Zon: Sectorstructuur en economische groei: een eenvoudig groeimodel met zes sectoren van de Nederlandse economie in de periode na de tweede wereldoorlog. Modelstudie bij het rapport Plaats en toekomst van de Nederlandse industrie (1980)*

V15 F. Muller, P.J.J. Lesuis en N.M. Boxhoorn: Een multisectormodel voor de Nederlandse economie in 23 bedrijfstakken F. Muller: Veranderingen in de sectorstructuur van de Nederlandse industrie (1980)*

V16 A.B.T.M. van Schaik: Arbeitsplaatsen, bezettingsgraad en werkgelegenheid in dertien bedrijfstakken Modelstudie bij het rapport Plaats en toekomst van de Nederlandse industrie (1980)*

V17 A.J. Basoski, A. Budd, A. Kalff, L.B.M. Mennes, F. Racké en J.C. Ramaer: Exportbeleid en sectorstructuurbeleid Pre-adviezen bij het rapport Plaats en toekomst van de Nederlandse industrie (1980)*

V18 J.J. van Duijn, M.J. Ellman, C.A. de Feyter, C. Inja, H.W. de Jong, M.L. Mogendorff en P. VerLoren van Themaat: Sectorstructuurbeleid: mogelijkheden en beperkingen Pre-adviezen bij het rapport Plaats en toekomst van de Nederlandse industrie (1980)*

V19 C.P.A. Bartels: Regio's aan het werk: ontwikkelingen in de ruimtelijke spreiding van economische activiteiten in Nederland Studie bij het rapport Plaats en toekomst van de Nederlandse industrie (1980)*

* Uitverkocht

V20 M.Th. Brouwer, W. Driehuis, K.A. Koekoek, J. Kol, L.B.M. Mennies, P.J. van den Noord, D. Sinké, K. Vijlbrief en J.C. van Ours: Raming van de finale bestedingen en enkele andere grootheden in Nederland in 1985
Technische nota's bij het rapport Plaats en toekomst van de Nederlandse industrie (1980)*

V21 J.A.H. Bron: Arbeidsaanbod-projecties 1980-2000 (1980)*

V22 P. Thoenes, R.J. In 't Veld, I.Th.M. Snellen, A. Faludi: Benaderingen van planning
Vier pre-adviezen over beleidsvorming in het openbaar bestuur (1980)*

V23 Beleid en toekomst
Verslag van een symposium over het rapport Beleidsgerichte toekomstverkenning deel I (1981)*

V24 L.J. van den Bosch, G. van Enckevort, Ria Jaarsma, D.B.P. Kallen, P.N. Karstanje, K.B. Koster: Educatie en welzijn (1981)*

V25 J.C. van Ours, D. Hamersma, G. Hupkes, PH. Admiraal: Consumptiebeleid voor de werkgelegenheid
Pre-adviezen bij het rapport Vernieuwingen in het arbeidsbestel (1982)*

V26 J.C. van Ours, C. Molenaar, J.A.M. Heijke: De wisselwerking tussen schaarsteverhoudingen en beloningsstructuur
Pre-adviezen bij het rapport Vernieuwingen in het arbeidsbestel (1982)*

V27 A.A. van Duijn, W.H.C. Kerkhoff, LU. de Sitter, Ch.J. De Wolff, F. Sturmans:
Kwaliteit van de arbeid
Pre-adviezen bij het rapport Vernieuwingen in het arbeidsbestel (1982)*

V28 J.G. Lambooy, P.C.M. Huigloot en R.E. van de Lustgraaf: Greep op de stad?
Een institutionele visie op stedelijke ontwikkeling en de beïnvloedbaarheid daarvan (1982)*

V29 J.C. Hess, F. Wiebenga: Duitsland in de Nederlandse pers – altijd een probleem?
Drie dagbladen over de Bondsrepubliek 1969-1980 (1982)*

V30 C.W.A.M. van Paridon, E.K. Gruip, A. Ketting: De handelsbetrekkingen tussen Nederland en de Bondsrepubliek Duitsland (1982)*

V31 W.A. Smit, G.W.M. Tiemessen, R. Geerts: Ahaus, Lingen en Kalkar; Duitse nucleaire installaties en de gevolgen voor Nederland (1983)*

V32 J.H. von Eijl: Geldstromen en inkomensverdeling in de verzorgingsstaat (1982)*

V33 Verslag van de tweede Raadperiode 1978-1982*

V34 P. den Hoed, W.G.M. Salet en H. van der Stuij: Planning als onderneming (1983)*

V35 H.F. Munneke e.a.: Organen en rechtspersonen rondom de centrale overheid (1983); 2 delen*

V36 M.C. Brands, H.J.G. Beunders, H.H. Seller: Denkend aan Duitsland; Een essay over moderne Duitse geschiedenis en enige hoofdstukken over de Nederlands-Duitse betrekkingen in de jaren zeventig (1983)*

V37 L.G. Gerrichhauzen: Woningcorporaties; Een beleidsanalyse (1983)*

V38 J. Kassies: Notities over een herorientatie van het kunstbeleid (1983)*

V39 Leo Jansen: Sociocratische tendenties in West-Europa (1983)*

'Voorstudies en achtergronden mediabeleid'

- M 1 J.M. de Meij: Overheid en uitingsvrijheid (1982)*
- M 2 E.H. Hollander: Kleinschalige massacommunicatie: lokale omroepvormen in West-Europa (1982)*
- M 3 L.J. Heinsman/NOS: De culturele betekenis van de instroom van buitenlandse televisieprogramma's in Nederland – Een literatuurstudie (1982)*
- M 4 L.P.H. Schoonderwoerd, W.P. Knulst/Sociaal en Cultureel Planbureau: Mediagebruik bij verruiming van het aanbod (1982)*
- M 5 N. Boerma, J.J. van Cuijlenburg, E. Diemer, J.J. Oostenbrink, J. van Putten: De omroep: wet en beleid; een juridisch-politicologische evaluatie van de omroepwet (1982)*
- M 6 Intomart b.v.: Etherpiraten in Nederland (1982)*
- M 7 P.J. Kalf/Instituut voor Grafische Techniek TNO: Nieuwe technieken voor productie en distributie van dagbladen en tijdschriften (1982)*
- M 8 J.J. van Cuijlenburg, D. McQuail: Media en pluriformiteit; Een beoordeling van de stand van zaken (1982)*
- M 9 K.J. Alsem, M.A. Boorsma, G.J. van Helden, J.C. Hoekstra, P.S.H. Leeflang, H.H.M. Visser: De aanbodstructuur van de periodiek verschijnende pers in Nederland (1982)*
- M10 W.P. Knulst/Sociaal en Cultureel Planbureau: Mediabeleid en cultuurbeleid; Een studie over de samenhang tussen de twee beleidsvelden (1982)*
- M11 A.P. Bolle: Het gebruik van glasvezelkabel in lokale telecommunicatienetten (1982)*
- M12 P. te Nuyt: Structuur en ontwikkeling van vraag en aanbod op de markt voor televisieproducties (1982)*
- M13 P.J.M. Wilms/Instituut voor Onderzoek van Overheidsuitgaven: Horen, zien en betalen; Een inventariserende studie naar de toekomstige kosten en bekostiging van de omroep (1982)*
- M14 W.M. de Jong: Informatietechniek in beweging; consequenties en mogelijkheden voor Nederland (1982)*
- M15 J.C. van Ours: Mediaconsumptie; Een analyse van het verleden, een verkenning van de toekomst (1982)*
- M16 J.G. Stappers, A.D. Reijnders, W.A.J. Möller: De werking van massa-media; Een overzicht van inzichten (1983)*
- M17 F.J. Schrijver: De invoering van kabeltelevisie in Nederland (1983)*

* Uitverkocht

Derde raadsperiode:

V40 G.J. van Driel, C. van Ravenzwaaij, J. Spronk en F.R. Veeneklaas: Grenzen en mogelijkheden van het economisch stelsel in Nederland (1983)*

V41 Adviesorganen in de politieke besluitvorming. Symposiumverslag onder redactie van A.Th. van Delden en J. Kooiman (1983)*

V42 E.W. van Luijk, R.J. de Bruijn: Vrijwilligerswerk tussen betaald en huishoudelijk werk; een verkennende studie op basis van een enquête (1984)

V43 Planning en beleid; verslag van een symposium over de studie Planning als onderneming (1984)

V44 W.J. van der Weijden, H. van der Wal, H.J. de Graaf, N.A. van Brussel, W.J. ter Keurs: Bouwstenen voor een geïntegreerde landbouw (1984)*

V45 J.F. Vos, P. de Koning, S. Blom: Onderwijs op de tweesprong; over de inrichting van basisvorming in de eerste fase van het voortgezet onderwijs (1985)*

V46 G. Meester, D. Strijker: Het Europees landbouwbeleid voorbij de scheidslijn van zelfvoorziening (1985)

V47 J. Pelkmans: De interne EG-markt voor industriële produkten (1985)

V48 J.J. Feenstra, K.J.M. Mortelmans: Gedifferentieerde integratie en Gemeenschapsrecht: institutioneel- en materieel-rechtelijke aspecten (1985)

V49 T.H.A. van der Voort, M. Beishuizen: Massamedia en basisvorming (1986)

V50 C.A. Adriaansens, H. Priemus: Marges van volkshuisvestingsbeleid (1986)

V51 E.F.L. Smeets, Th.J.N.N. Buijs: Leraren over de eerste fase van het voortgezet onderwijs (1986)

V52 J. Moonen: Toepassing van computersystemen in het onderwijs (1986)

V53 A.L. Helnink (red.), H. Riddersma, J. Braaksma: Basisvorming in het buitenland (1986)*

V54 Zelfstandige bestuursorganen; verslag van de studiedag op 12 november 1985 (1986)

V55 Europees integratie in beweging; verslag van een conferentie, gehouden op 16 mei 1986 (1986)

V56 C. de Klein, J. Collaris: Sociale ziektekostenverzekeringen in Europees perspectief (1987)

V57 R.M.A. Jansweijer: Private leefvormen, publieke gevolgen; naar een overheidsbeleid met betrekking tot individualisering (1987)

V58 De ongelijke verdeling van gezondheid; verslag van een conferentie gehouden op 16-17 maart 1987 (1987)

V59 W.G.M. Salet: Ordening en sturing in het volkshuisvestingsbeleid (1987)

V60 H.G. Eligenhuijsen, J. Koelewijn, H. Visser: Investeringen en de financiële infrastructuur (1987)

V61 H. van der Sluijs: Ordening en sturing in de ouderenzorg (1988)

V62 Verslag van de derde Raadsperiode 1983-1987*

* Uitverkocht

Vierde raadsperiode:

V63 Milieu en groei; Verslag van een studiedag op 11 februari 1988 (1988)

V64 De maatschappelijke gevolgen van erfelijkheidsonderzoek; Verslag van een conferentie op 16-17 juni 1988 (1988)

V65 H.F.L. Garretsen, H. Raat: Gezondheid in de vier grote steden (1989)

V66 P. de Grauwé e.a.: De Europese Monetaire Integratie: vier visies (1989)

V67 Th. Roelandt, J. Veenman: Allochtonen van school naar werk (1990)

V68 W.H. Leeuwenburgh, P. van den Eeden: Onderwijs in de vier grote steden (1990)

V69 M.W. de Jong, P.A. de Ruijter (red.); Logistiek, infrastructuur en de grote stad (1990)

V70 C.A. Bartels, E.J.J. Roos: Sociaal-economische vernieuwing in grootstedelijke gebieden (1990)

V71 W.J. Dercksen (ed.); The Future of Industrial Relations in Europe; Proceedings of a conference in honour of prof. W. Albeda (1990)

'Voorstudies en achtergronden technologiebeleid'

T1 W.M. de Jong: Perspectief in innovatie: de chemische industrie nader beschouwd (1991)

T2 C.L.J. van der Meer, H. Rutten, N.A. Dijkveld Stol/ Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek/ Landbouw Economisch Instituut: Technologie in de landbouw: effecten in het verleden en beleidsoverwegingen voor de toekomst (1991)

T3 F.H. Mischgofsky/ Grondmechanica Delft: Overheid en innovatiebevordering in de grond-, water- en wegenbouwsector: een verkenning (1991)

T4 F.M. Roschar (red.), H.L. Jonkers, P. Nijkamp: Meer dan transport alleen: 'veredeling' als overlevingsstrategie (1991)

T5 B. Dankbaar, Th. van Dijk, L. Soete, B. Verspagen/ Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology: Technologie en wetenschapsbeleid in veranderende economische theorievorming (1991)

T6 J.M. Roobekk, E. Broesterhuisen: Verschulvingen in het technologiebeleid: een Internationale vergelijking vanuit de praktijk (1991)